TRAITE SUR LES PUITS ARTESIENS OU SUR LES DIFFERENTES ESPECES DE TERRAINS DANS LESQUELS ON...

Francois Abdon J. Garnier, Charles Le Blanc

H. 1. 151

nG-1

TRAITÉ

DES

LES PUITS ARTÉSIENS

(Cet Ouvrage, imprimé par ordre du Gouvernement, a été couronné par la Société d'Encouragement pour l'Art, dans sa séance générale du 5 octobre 1811.)

DE L'IMPRIMERIE DE HUZARD-COURCIER,
rue du Jardinet, n° 12.

TRAITÉ

SUR

LES PUITS ARTÉSIENS

OU SUR

LES DIFFÉRENTES ESPÈCES DE TERRAINS

DANS LESQUELS

ON DOIT RECHERCHER DES EAUX SOUTERRAINES,

Ouvrage contenant la description des procédés qu'il faut employer pour ramener une partie de ces eaux à la surface du sol, à l'aide de la sonde du mineur ou du fontenier.

PAR F. GARNIER,

INGÉNIEUR DU CORPS ROYAL DES MINES, ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

SECONDE ÉDITION, REVUE ET AUGMENTÉE.

Je dirai tout avec ordonnance de voir la théorie que j'ai [illegible] dans ce Traité [illegible], à des épreuves [illegible], que d'apprendre que l'on ressemble à un grande quantité d'observations, [illegible] à tout [illegible] en complétant celles que j'ai rapportées pour la fonder ou l'employer.

Nouvelle Nouvelle Théorie de la formation des filles

A PARIS,

CHEZ BACHELIER (SUCCESSEUR DE Mme Ve COURCIER),

LIBRAIRE POUR LES SCIENCES,

QUAI DES AUGUSTINS, N° 55.

1826

Digitized by Google

AVERTISSEMENT.

Depuis que la première édition de notre ouvrage sur les puits artésiens a paru, nous avons eu occasion d'examiner un grand nombre de sondages entrepris, soit pour rechercher des eaux souterraines, soit pour découvrir différentes substances minérales que recele notre sol, et nous avons recueilli, des uns et des autres, des observations qui, conjointement avec celles que plusieurs personnes ont eu l'obligeance de nous communiquer, nous ont facilité les moyens de livrer au public cette seconde édition. L'honneur que nous a fait la Société d'Encouragement, en nous accordant la première des deux prix qu'elle avait proposés sur une question dont la solution lui paraissait d'un grand intérêt, était pour nous un puissant motif de consigner dans notre ouvrage, en le faisant réimprimer, toutes les observations qui devaient le rendre plus complet et plus digne du jugement qu'en a porté cette Société. Nous croyons donc que les nouveaux développemens que nous y avons introduits présenteront quelque intérêt, d'autant plus qu'ils ont principalement pour objet : 1° de procurer aux propriétaires qui veulent entreprendre des recherches d'eaux souterraines, les moyens d'apprécier les dépenses

qu'elles doivent entraîner, 2° de leur faire connaître, avec le plus de détails possible, les divers procédés à l'aide desquels ils peuvent, eux-mêmes, diriger et faire exécuter les sondages qu'exigent ces recherches Les soins que nous avons donnés à cette seconde édition, et à laquelle nous avons ajouté de nouvelles planches, afin que le texte pût offrir tout-à-la-fois plus de clarté et plus de concision, nous font espérer qu'elle ne sera pas moins bien accueillie que la première

Paris, le 10 août, 1821

Le Président de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale,

A son Excellence le Ministre-Secrétaire d'État de l'Intérieur

Monseigneur,

La Société d'Encouragement avait proposé, en 1818, un prix de 3000 fr. pour le meilleur instruction élémentaire et pratique sur l'art d'obtenir, à l'aide de la sonde du mineur, des fontaines jaillissantes suivant la méthode pratiquée dans l'ancienne province d'Artois. Parmi les mémoires qui ont été adressés à la Société sur cette importante question, les juges du concours ont distingué celui de M. *Garnier*, ingénieur en chef royal des mines, en résidence à Arras. Deux comités rendus, celui des arts mécaniques et celui d'agriculture, ont examiné son travail et l'ont jugé digne de la récompense promise, en conséquence, le prix lui sera décerné dans la prochaine assemblée générale de la Société. Il resterait à prendre des mesures pour faire jouir promptement le public de la connaissance d'un ouvrage qui, dans l'opinion des comités examinateurs, doit contribuer d'une manière efficace aux progrès de l'agriculture. Ordinairement les mémoires couronnés par la Société sont insérés dans son Bulletin, mais ce n'est pas ici le cas. Le manuscrit de M. *Garnier* est composé de cent-vingt pages in-*folio*, et accompagné de dix-neuf planches, pour qu'il pût entrer dans le Bulletin, il faudrait le morceler ou le réduire; l'un et l'autre sont impraticables. Douze numéros suffiraient à peine pour contenir l'ouvrage en son entier. Ce moyen de publication serait excessivement long et pourrait mécontenter les souscripteurs, qui cherchent la variété dans les articles du Bulletin. Encore moins pourrait-on songer à donner un extrait d'une production où tout seche, et qui est un *Traité complet sur l'Art du Sondeur et du Fontenier.* Votre Excellence sait que les livres élémentaires, surtout ceux qui ont pour objet d'enseigner la pratique des arts, exigent des développemens proportionnés à l'étendue de la question qu'ils embrassent; or, le mémoire

dont il s'agit, riche en observations, en aptitudes d'exploitation, en descriptions claires et précises de procédés et d'instruments, ne renferme point de détails inutiles.

Dans cette circonstance, Monseigneur, la Société d'Encouragement ne veut pas d'autre moyen de tirer un parti avantageux, pour le public, du travail de M. *Garnier*, que de l'offrir au Gouvernement, afin qu'il veuille bien le faire imprimer à ses frais. Il nous semble que deux mille exemplaires suffiraient pour répandre les instructions que l'auteur y a déposées, et quant à la destination qu'on pourrait leur donner, permettez-nous, Monseigneur, de vous indiquer celle qui nous paraîtrait la plus convenable.

Premièrement, si votre Excellence veut bien considérer que le Mémoire dont il s'agit est la propriété de la Société d'Encouragement, puisqu'il est le fruit de sa munificence, il lui paraîtra sans doute juste d'en accorder un exemplaire à chacun de ses membres, qui sont au nombre de sept cent cinquante, non compris messieurs les préfets. L'auteur aussi peut-être aussi devoit à une part privilégiée dans la distribution; le surplus des exemplaires seraient à partager entre la Direction générale des Mines et des Ponts et Chaussées, MM. les préfets des départements, les correspondans du Conseil royal d'agriculture, la Société royale et centrale d'Agriculture, les autres sociétés d'agriculture, sciences et arts, et les bibliothèques publiques.

Telles sont, Monseigneur, les vues et les propositions que j'ai été chargé de soumettre à votre Excellence au nom de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, et pour qu'elle puisse prendre une délibération en connaissance de cause, j'ai joint ici le manuscrit de M. *Garnier* avec les dix-neuf feuilles de figures et les deux tables de matières qui en font partie.

Je suis avec respect,

Monseigneur,

De Votre Excellence,

Le très humble et très obéissant serviteur,

Le comte de LASTEYRIE,

Un des vice-présidens.

Paris, le 10 novembre 1821

Le Ministre Secrétaire-d'État de l'intérieur

A Messieurs les membres composant le Conseil d'Administration de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale

Messieurs,

J'ai vu m'avez annoncé que le prix de 3000 francs proposé, en 1818, par la Société d'Encouragement pour la meilleure instruction élémentaire et pratique sur l'art d'obtenir, à l'aide de la sonde du mineur, des fontaines jaillissantes, suivant la méthode pratiquée dans l'ancienne province d'Artois, avait été remporté par M. Garnier, ingénieur au corps royal des mines, en résidence à Arras.

En m'adressant le mémoire manuscrit de cet ingénieur, lequel est composé de cent vingt pages in-folio, et accompagné de dix-neuf feuilles de figures et de deux tables de matières, vous m'avez représenté que la Société avait jugé qu'il ne serait pas possible de le publier par la voie de son Bulletin, à moins de le morceler en une douzaine de numéros ou de le réduire, ce qu'elle n'avait pas cru praticable, à cause de l'importance de cette production, qui est considérée comme un Traité complet sur l'Art du sondeur et du fontenier, que d'après cette considération, elle n'avait vu d'autre moyen de tirer un parti avantageux, pour le public, du travail de M. Garnier, que de l'offrir au gouvernement, afin qu'il voulût bien le faire imprimer à ses frais à deux mille exemplaires, nombre qui avait paru suffisant pour lui donner toute la publicité désirable.

D'après le mérite et l'utilité reconnus de l'ouvrage dont il s'agit, il m'a paru convenable d'accueillir favorablement l'offre de la Société, en conséquence, j'ai décidé, conformément à son désir, que

cet ouvrage sera imprimé aux frais du gouvernement, au nombre de deux mille exemplaires.

Lorsque l'impression en sera achevée, je m'occuperai des moyens d'en faire la distribution, et je ne perdrai pas de vue ce que vous m'avez proposé à ce sujet.

Recevez, Messieurs, l'assurance de ma considération.

Le Ministre Secrétaire-d'État
de l'intérieur,

SIMÉON.

RAPPORT

FAIT

A LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE,

AU NOM D'UNE COMMISSION SPÉCIALE (*),

Sur les mémoires adressés à la Société, pour les prix proposés pour un Manuel élémentaire et pratique de l'art de percer les puits artésiens

PAR M. LE VICOMTE HÉRICART DE THURY

MESSIEURS, la Société d'Encouragement, dans sa séance générale du 22 septembre 1818, avait décidé de proposer deux prix, l'un de *trois mille francs*, et l'autre de *quinze cents francs*, *pour le Manuel ou la meilleure Instruction élémentaire et pratique sur l'art de percer ou de forer, à l'aide de la sonde du mineur ou du fontenier, les puits artésiens, depuis 25 mètres de profondeur jusqu'à 100 mètres et au-delà s'il est possible*

(*) Cette Commission était composée de MM *Rose*, *Huzard*, *Tessier* et *Silvestre*, pour le comité d'agriculture; et de MM *Francœur*, *Hachette*, *Régnier*, *Baillet* et *Héricart de Thury*, pour celui des arts mécaniques

Les concurrens, suivant le programme, devaient faire connaître par des procès-verbaux authentiques d'expériences positives et déjà couronnées de succès

1°. Les localités où les puits artésiens peuvent être employés avec avantage, en y joignant les coupes de la constitution et de la disposition du pays, avec les profils des puits déjà percés,

2°. Les motifs qui doivent déterminer leur emploi dans un pays où ils ne sont pas encore connus,

3°. Les circonstances locales et les motifs ou causes qui doivent exclure et empêcher l'emploi de ces puits dans un pays où l'on voudrait en percer,

4°. La dépense comparée de leur percement dans diverses espèces de terrains, à raison de la profondeur,

5°. Les accidens et les inconvéniens auxquels ces puits peuvent être sujets, et les moyens d'y remédier.

La Société devait en outre demandé aux concurrens de joindre à leurs mémoires la description détaillée de la sonde du fontenier et de tout son attirail, avec les plans, coupes et profils nécessaires, dressés sur différentes échelles indiquées au programme.

Enfin, la Société avait arrêté que les mémoires seraient reçus jusqu'au 1er mai 1821, et que les prix seraient décernés dans la séance générale du mois de juillet suivant.

Trois mémoires, Messieurs, vous ont été adressés, nous les classerons et nous les examinerons suivant les numéros d'enregistrement du concours.

Mémoire enregistré n° 1.

Ce mémoire, auquel trois planches sont jointes, a pour titre : *Essai sur les moyens de fouiller dans les entrailles de la terre par la sonde du mineur, et de la perforer, quelques obstacles que puisse rencontrer la sonde.*

Il porte pour devise :

Natura vacuum abhorret.
Propter aquam
Accidentia nonne obtineret ?

L'auteur a divisé son mémoire en deux parties : dans la première, il décrit brièvement la sonde ou ancienne tarière des mineurs, et, dans la seconde, il fait connaître 1° différens instrumens qu'on pourrait employer pour percer ou forer dans un point quelconque de la terre, en les soutenant dans une direction perpendiculaire, et 2° les moyens de les faire mouvoir sur leur axe.

L'auteur n'ayant pas, à beaucoup près, rempli les conditions du programme, votre Conseil d'administration a pensé que, pour cette raison, il était inutile de vous présenter l'analyse de son mémoire. L'auteur, animé du désir du bien, et des meilleurs principes, convenant lui-même, dès son début, que n'ayant aucune connaissance de l'art du mineur et du fontenier artésien, et n'ayant pu, malgré toutes ses recherches, se procurer aucun traité sur cette matière, il a été restreint à ce que son imagination a pu lui suggérer.

Mémoire enregistré n° 2.

Ce mémoire, accompagné d'une seule planche, n'est, à proprement parler, qu'une simple notice, même très succincte, sur les puits forés ou artésiens

L'auteur ne s'étant pas attaché à diriger son travail de manière à pouvoir satisfaire aux conditions du concours, nous ne croyons pas devoir vous en entretenir plus longtemps

Mémoire enregistré n° 3.

Ce mémoire, auquel sont jointes dix-neuf planches, a pour titre : *De l'art du fontenier-sondeur et des puits artésiens, ou Mémoire sur les différentes espèces de terrains dans lesquels on doit rechercher des eaux souterraines, et sur les moyens qu'il faut employer pour ramener une partie de ces eaux à la surface du sol, à l'aide de la sonde du mineur ou du fontenier.*

Il porte cette devise :

> *Je désire tout aussi ardemment de voir la théorie que j'expose dans ce Traité, soumise à des épreuves rigoureuses, que d'apprendre que l'on rassemble une grande quantité d'observations, servant à rectifier et à compléter celles que j'ai rapportées, pour la fonder ou l'expliquer*

En lisant ce mémoire, on ne tarde pas à s'apercevoir que l'auteur, également versé dans la théorie et dans la pratique, possède parfaitement toutes les parties de l'art du

sondeur, et qu'il a fait une étude approfondie des sciences qui s'y rapportent

D'après la manière heureuse dont il a rempli le cadre, déjà étendu, que vous aviez tracé et qu'il a largement développé, on doit le féliciter de ne s'être pas astreint à suivre rigoureusement la marche indiquée dans le programme, et votre Conseil d'administration éprouve même une véritable satisfaction à vous annoncer que l'auteur de ce mémoire a fait plus, et beaucoup plus, que vous n'aviez demandé aux concurrens; car il a non-seulement rempli toutes vos conditions et donné d'excellentes réponses à toutes vos questions, mais il a encore joint à son travail une foule de détails du plus grand intérêt, pour la plupart absolument neufs ou inconnus, qui ont dû lui coûter des recherches aussi longues que difficiles et peut-être même dispendieuses

Nous allons essayer, Messieurs, de vous donner une idée de cet immense travail, un des plus importans qui vous aient encore été présentés.

Dans l'introduction de son mémoire, l'auteur commence par faire observer que la Société d'Encouragement ayant proposé de déterminer dans quels cas et par quels moyens on peut, à l'aide de la sonde du mineur, rechercher et ramener au jour des eaux souterraines, il est nécessaire, pour répondre d'une manière précise à cette question, de la considérer d'abord sous le point de vue théorique. Il s'agit donc 1°. de déterminer les causes locales ou les raisons geologiques d'après lesquelles on peut se livrer à la recherche de ces eaux, dans un pays où l'on ne s'en est pas

encore procurer ; et 2° de décrire ensuite avec détails les travaux qu'il faut exécuter pour les ramener au jour, ou à quelques mètres au-dessous de la surface du sol.

La première partie de la question proposée exigeant de grands développemens pour être traitée d'une manière satisfaisante, il devenait indispensable de la sous-diviser. Dans l'une de ces sous-divisions, nous nous occuperons, dit l'auteur, de tout ce qui a rapport à la connaissance géologique des terrains que l'on a traversés par des sondages, pour y exécuter des puits forés, et dans l'autre, qui ne sera évidemment qu'une suite de la précédente, nous ferons connaître les principes qui doivent guider le sondeur-fontenier dans la recherche des terrains susceptibles de contenir des eaux saines et légères. Ces deux subdivisions sont d'autant plus utiles à établir, qu'il faut d'abord commencer par exposer les résultats qu'ont offerts les sondages déjà exécutés. On conçoit, en effet, puisque la science géologique ne peut faire de progrès qu'autant que la série des raisonnemens qui tendent à en fixer d'une manière inviolable la philosophie, dérive de faits scrupuleusement constatés, qu'il faut ici, pour déterminer les principes théoriques d'après lesquels l'on doit rechercher des eaux souterraines, connaître d'abord les faits qui servent de bases à ces principes.

Cependant l'auteur fait observer qu'on ne saurait résoudre avec une exactitude mathématique les problèmes dont les concurrens ont été appelés à s'occuper ; car, dit-il, les questions énoncées dans le programme, qui sont du ressort de l'histoire naturelle, ne sauraient être traitées

avec cette précision qui décèle des sciences purement mathématiques, où les conséquences les plus éloignées participent de la certitude du principe dont elles dérivent, comme le dit si justement M. *de Laplace*, dans son *Essai philosophique sur les probabilités*. Néanmoins, quoique les conséquences déduites de faits géologiques ne puissent avoir qu'une probabilité plus ou moins grande, puisqu'elles ne reposent que sur des phénomènes qui sont loin d'être immuables, on doit croire, lorsque de nombreux résultats concourent au but qu'on désire atteindre, que l'on a résolu d'une manière satisfaisante les problèmes proposés en géologie, et c'est en ce sens, dit l'auteur, que nous pensons avoir rempli les vues de la Société d'Encouragement.

Ainsi donc, c'est toujours l'auteur qui parle, en décrivant la constitution géologique des pays dans lesquels les recherches semblables à celles qui doivent nous occuper dans ce mémoire ont eu lieu, nous arriverons à établir avec une grande probabilité, *les principes ou règles générales de la conduite du sondeur-fontenier, déduits de la constitution, de la nature et de la disposition de la surface et de l'intérieur du sol*.

L'art du fontenier-sondeur est divisé en quatre chapitres, qui sont chacun du plus grand intérêt, et que votre Conseil d'administration considère comme formant le traité le plus complet qu'on puisse donner sur l'art du sondage.

Chapitre Ier.

Ce chapitre a pour objet les sondages relatifs à la recher-

che d'eaux souterraines, exécutés dans les environs de Béthune, pris pour premier exemple. L'auteur fait connaître la nature des terrains dans lesquels les eaux de ce pays sont contenues. Il donne les raisons qui doivent faire rechercher les eaux montantes de fond vers la limite du haut et du bas pays; il fait ensuite observer que dans le fond des vallées du haut pays on peut aussi rechercher avec succès des eaux jaillissantes; puis il expose les motifs d'après lesquels les sondages doivent toujours être poursuivis, jusque dans les couches de calcaire crayeux, et il cite diverses expériences qui tendent à prouver que les eaux souterraines du haut pays ont leur pente dirigée vers le bas pays.

L'exposé de ces détails amène naturellement l'auteur à examiner la constitution géologique du département du Pas-de-Calais, dont il donne, dans sa première planche, une carte physique, sur laquelle sont indiquées les délimitations de diverses formations de terrains et les coupes ou sections présentées dans les planches suivantes, pour aider le lecteur à se former des idées exactes et précises sur les fontaines jaillissantes. A cette occasion, l'auteur s'attache à prouver que les données déduites des différentes localités qu'il a examinées dans le département du Pas-de-Calais peuvent être généralisées; ainsi il fait remarquer, à cet égard, que des fontaines jaillissantes, construites dans les environs de Boston, en Amérique, sont, comme celles du Pas-de-Calais, alimentées par des eaux qui proviennent du calcaire crayeux, et que des travaux exécutés à Sheerness, en Angleterre, au confluent de la Medway et

de la Tamise, ont de même prouvé qu'il existait à 350 pieds, au-dessous de bancs argileux, un calcaire crayeux contenant des eaux très pures et très limpides.

L'auteur fixe ensuite son attention sur l'insalubrité des eaux situées entre des couches argileuses, et les inconvéniens qui résulteraient de leur mélange avec celles des couches du calcaire crayeux; et, après avoir déduit de tous les faits qu'il a exposés, les raisons qui prouvent qu'on ne doit chercher des eaux souterraines que dans les roches crayeuses, il a ajouté, en terminant ce chapitre, que toute autre espèce de roche que le calcaire ne pourrait pas présenter les mêmes avantages pour la recherche des fontaines montantes de fond.

Ainsi 1°. on ne doit point établir de travaux dans les terrains primitifs, tels que les granits, les gneiss, les porphyres, les serpentines, etc., qui presque tous n'offrent que des roches peu fendillées, et dont les fentes surtout ne s'étendent qu'à une petite profondeur: aussi l'expérience prouve-t-elle que les eaux que recèlent ces terrains y sourdent de tous côtés, à une faible distance de la partie supérieure par laquelle ces eaux s'infiltrent dans ces roches, tandis que, dans les terrains de formation calcaire, les fissures se propageant, au contraire, à de grandes distances, soit en largeur, soit en profondeur, les eaux peuvent circuler avec facilité et se répandre au-dessous des vallées, dont le fond est presque toujours recouvert par des terrains d'argile, de sable, de cailloux roulés, etc.

2°. On doit également s'abstenir de rechercher des eaux dans les terrains schisteux, parce que les pyrites ferrugi-

neuses qu'ils renferment, se décomposant facilement, communiquent à l'eau qu'on y rencontre l'odeur et le goût du gaz hydrogène sulfuré

Chapitre II.

Ce chapitre est consacré aux recherches des terrains propres à donner naissance à des fontaines jaillissantes. L'auteur s'attache à démontrer que les travaux à entreprendre dans le but de se procurer des eaux souterraines, ne doivent jamais être commencés qu'après avoir acquis une parfaite connaissance de la constitution tant superficielle qu'intérieure du pays. Il fait ensuite cette importante observation, qu'il est possible qu'un trou de sonde tombe sur des fissures remplies d'eau, sans que cette eau puisse, pour cela, s'élever au-delà de quelques mètres de l'endroit où on l'aura rencontrée, quoique cependant ces fissures soient sans cesse entretenues par des eaux provenant de très grandes hauteurs. Si cette eau peut en effet avoir une issue dans une vallée voisine, plus profonde que celle dans laquelle on aura établi des travaux de sondage, et que cette issue soit plus petite que la grandeur de ces fissures, il est évident que l'eau ne s'élevera dans le trou de sondage qu'en vertu d'une pression, qui sera la différence entre celle qu'exercerait l'eau contre la couche argileuse, si elle n'avait point d'issue, et qui, dans ce cas, dépendrait de la hauteur totale de l'eau du réservoir, et celle, moins forte, due à la vitesse que cette eau acquerrait par suite de l'issue qu'elle pourrait avoir dans une autre

vallée plus profonde. Il pourrait même arriver que l'eau ne s'élevât pas dans le trou de sonde, et ce cas aurait lieu si les issues par lesquelles l'eau sortirait dans une vallée voisine, étaient de mêmes dimensions que les fissures, car alors cette eau sortirait à pleins gueulebée de ces mêmes fissures.

Outre cet exemple d'obstacles que les puits artesiens peuvent rencontrer, l'auteur a encore fait connaître d'autres circonstances dans lesquelles les recherches peuvent être infructueuses, à raison des difficultés ou autres obstacles qu'opposent les calcaires homogènes à la filtration des eaux. L'exemple qu'il cite à cette occasion le conduit à des réflexions sur les différentes parties du sol d'où proviendraient les eaux souterraines qu'on pourrait rencontrer au-dessous de la surface inférieure d'une couche argileuse. Il fait ensuite l'expose des raisons pour lesquelles on doit poursuivre l'approfondissement d'un trou de sonde pratiqué dans les roches de craie, jusqu'à ce que ces roches éprouvent quelques variations dans leur nature. Puis, résumant tout ce qu'il a exposé à cet egard, il tire, des résultats qu'ont offerts les lieux explorés, cette conséquence que toutes les fois qu'un pays ne présentera pas les caractères géologiques indiqués dans les deux premiers chapitres de son ouvrage, on devra s'abstenir alors d'y rechercher des eaux souterraines, puisque les terrains dont il serait composé, ne présenteraient pas *des couches perméables à l'eau contenues entre des couches sensiblement imperméables.*

Chapitre III

Dans ce chapitre, l'auteur, après avoir fait connaître tous les soins et toutes les précautions qu'il faut apporter dans l'exécution des travaux qu'exige la recherche des fontaines jaillissantes, a donné une description plus complète que toutes celles qui ont déjà été publiées, de la sonde du fontenier. Cette sonde est, comme celle du mineur, composée de trois parties principales : la tête, la tige et les outils. Plusieurs autres pièces, que l'on comprend sous la dénomination de pièces accessoires, servent en outre à la manœuvre.

Toutes les parties de la sonde, ainsi que les engins et autres pièces accessoires qui servent à la manœuvre de la machine, sont décrites et représentées d'une manière qui ne laisse rien à desirer. Les instrumens ou outils qui s'adaptent aux tiges de la sonde ont été distribués en cinq classes. Plusieurs de ces instrumens sont nouveaux et n'ont jamais été décrits, aussi, et à raison des avantages qu'ils nous ont paru devoir présenter, nous sommes-nous empressés de les faire exécuter pour le service de l'Inspection générale des carrières, dont les sondes ont déjà servi et servent journellement de modèles, pour répondre aux demandes qui nous sont adressées des Départemens.

La première classe des instrumens du sondeur artésien comprend ceux dont on se sert pour traverser des couches de terre végétale et quelques terres argileuses peu collantes

La seconde, ceux qui servent à traverser des couches très argileuses et très compactes, ainsi que les masses de calcaire crayeux qui contiennent les eaux que l'on cherche à se procurer.

La troisième, ceux avec lesquels on peut traverser et retirer les cailloux roulés que l'on rencontre souvent par couches assez régulières dans les terrains qui recouvrent les roches crayeuses.

La quatrième, ceux qui attaquent les masses de grès ou autres roches récalcitrantes qu'on rencontre accidentellement, et qu'il faut traverser lorsque leur étendue ne permet pas de les briser.

Enfin la cinquième classe comprend ceux qui sont employés pour traverser les couches de sables mouvans, dont les molécules n'ont aucune espèce d'adhérence entre elles, ou au moins qui n'en n'ont qu'une si faible, qu'il serait impossible de les ramener au jour avec les instrumens compris dans la première classe.

Chapitre IV.

Le but de l'auteur ayant été de consacrer exclusivement le troisième chapitre à la description complète de la sonde et de tous les instrumens et machines que l'on emploie pour rechercher des eaux souterraines, on pourrait croire qu'il n'a pu s'occuper que très succinctement des opérations relatives au sondage, et seulement autant qu'il le fallait pour mettre plus de précision et de clarté dans sa description de la sonde, mais les opérations importantes dont il

s'agit n'ont pas été négligées : elles ont fixé toute l'attention de l'auteur, elles ont été traitées et discutées à fond dans le quatrième chapitre, qui, en outre, renferme beaucoup de détails précieux sur la construction et l'enfoncement des coffres et des bases.

C'est particulièrement dans ce chapitre, qui forme une partie essentielle de l'ouvrage, que l'auteur a prouvé qu'il joignait à une excellente théorie de grandes connaissances pratiques.

Après vous avoir présenté cet extrait, beaucoup trop succinct, des quatre chapitres de l'art du sondeur, nous devons vous dire un mot sur les planches qui l'accompagnent. Ces planches sont au nombre de dix-neuf; elles sont d'une exécution parfaite, les instrumens, outils et machines à l'usage des sondeurs y sont dessinés dans tous les sens et sous tous leurs aspects, ils y sont même si bien représentés, qu'à l'aide de ces dessins on pourra les faire exécuter sans éprouver la moindre difficulté, au moyen de l'explication détaillée qui les précède.

Enfin, l'auteur a eu soin d'ajouter à son ouvrage deux tables très bien rédigées : l'une, des chapitres et des paragraphes; l'autre, des matières par ordre alphabétique.

Les bornes dans lesquelles nous avons dû nous renfermer ne nous ont pas permis, Messieurs, de vous donner ici une analyse plus étendue de ce mémoire, que vous nous avez chargés d'examiner; mais nous espérons cependant que notre rapport pourra mettre la Société à portée de s'en former une idée exacte, et de mesurer en quelque sorte l'étendue de la route que l'auteur a parcourue. Aussi,

Messieurs, en vous répétant, comme nous l'avons dit en commençant, que les conditions du concours ont été remplies, et même bien au-delà, nous vous déclarons que partout, dans cet ouvrage, une sage théorie éclaire une excellente pratique, et que celle-ci nous paraît être le fruit d'observations multipliées et d'expériences dont les résultats ne peuvent être contestés.

Enfin, et en terminant, nous croyons, Messieurs, pouvoir vous assurer que vos commissaires ont trouvé dans ce mémoire, qui serait avoué par l'École royale des Mines et par son savant professeur, notre honorable collègue, M. *Baillet*, cet ouvrage qui nous manquait, cet ouvrage attendu depuis si long-temps, un traité complet de l'art du sondeur et en particulier de celui du fontenier, ou perceur de puits artésiens.

CONCLUSIONS

D'après le rapport de la Commission, votre Conseil d'administration a l'honneur de vous proposer, Messieurs :

1°. De décerner le prix de *trois mille francs* à l'auteur du mémoire n° 3, désigné par cette épigraphe, tirée de la nouvelle Théorie de la formation des filons, du célèbre *Werner* « Je désire tout aussi ardemment de voir la théorie » que j'expose dans ce traité soumise à des épreuves ri- » goureuses, que d'appreudre que l'on rassemble une » grande quantité d'observations servant à rectifier et à » compléter celles que j'ai rapportées, pour la fonder ou » l'expliquer. »

2°. De prendre les mesures que vous jugerez nécessaires pour faire jouir promptement le public d'un travail dont les résultats contribueront d'une manière efficace aux progrès de l'agriculture

3°. De convertir les *quinze cents francs*, formant la valeur du deuxième prix qui avait été proposé pour *la meilleure Instruction sur l'art de percer les puits artésiens*, en trois médailles d'or, de *cinq cents francs* chacune, lesquelles seront décernées aux propriétaires qui, avant l'année 1824 et dans un pays où ces sortes de puits n'existent pas, en auront introduit l'usage pour servir à l'irrigation de la plus grande étendue de terre, laquelle ne pourra être moindre de 5 hectares

Les conclusions de ce rapport ont été adoptées par l'assemblée.

En conséquence, M. le Président a proclamé M. *Garnier*, ingénieur au Corps royal des Mines, en résidence à Arras, département du Pas-de-Calais, auteur du mémoire n° 3, comme ayant remporté le prix de *trois mille francs*, pour la meilleure *Instruction élémentaire et pratique sur l'art de percer ou de forer à l'aide de la sonde du mineur, les puits artésiens.*

TRAITÉ

SUR

LES PUITS ARTÉSIENS,

OU

SUR LES DIFFÉRENTES ESPÈCES DE TERRAINS DANS LESQUELS ON DOIT RECHERCHER DES EAUX SOUTERRAINES.

INTRODUCTION.

Division de cet Ouvrage en deux parties.

§ 1er. La Société d'Encouragement pour l'industrie nationale ayant proposé, pour sujet d'un prix, *de déterminer dans quels cas et par quels moyens on peut, à l'aide de la sonde du mineur, rechercher et ramener au jour des eaux souterraines*, il est nécessaire, pour répondre d'une manière précise à cette question, de la considérer d'abord sous le point de vue théorique. Il s'agit donc 1°. de déterminer les causes locales ou les raisons géologiques

d'après lesquelles on peut se livrer à la recherche de ces eaux dans un pays où l'on ne s'en est point encore procuré ; 2° de décrire ensuite avec détail les travaux qu'il faut exécuter pour les ramener au jour, ou à quelques mètres au-dessous de la surface du sol.

Exposé des motifs qui engagent à faire connaître d'abord les résultats qu'ont offerts les sondages entrepris dans différens pays

§ 2. Comme la première partie de la question proposée ne peut être traitée qu'avec de grands développemens, nous la diviserons encore en deux autres. Dans l'une, nous nous occuperons de tout ce qui a rapport à la connaissance géologique des terrains que l'on a traversés par des sondages pour y exécuter des puits forés, et dans l'autre, qui ne sera évidemment qu'une suite de la précédente, nous ferons connaître les principes qui doivent guider le sondeur soutenir dans la recherche des terrains susceptibles de contenir des eaux saines et légères. Ces deux subdivisions sont indispensables à établir. On conçoit, en effet, puisque la science géologique ne peut faire de progrès qu'autant que la série des raisonnemens qui tendent à en fixer d'une manière invariable la philosophie, dérive de faits scrupuleusement constatés, qu'il faut ici, pour déterminer les principes théoriques d'après lesquels on doit rechercher des eaux souterraines, connaître d'abord les faits qui, servant de base à ces principes. Nous ne prétendons pas cependant résoudre avec une précision mathématique le pro-

blème proposé par la Société d'Encouragement, et l'on sent qu'elle ne peut elle-même l'exiger. Les questions qui dépendent, en effet, du domaine de l'histoire naturelle ne sauraient être traitées avec cette précision qui décèle les sciences purement mathématiques, où les conséquences les plus éloignées participent de la certitude du principe dont elles dérivent, comme le dit si justement M. *de Laplace*, dans son *Essai philosophique sur les probabilités*. Néanmoins, quoique les conséquences déduites de faits géologiques ne puissent être absolues, puisqu'elles ne reposent que sur des phénomènes qui sont loin d'être immuables, l'on doit croire, lorsque de nombreux résultats concourent au but qu'on désire atteindre, que l'on a résolu d'une manière satisfaisante les problèmes proposés en géologie, et c'est en ce sens que nous pensons avoir rempli les vues de la Société d'Encouragement.

Il résulte des considérations dans lesquelles nous venons d'entrer, qu'en décrivant la constitution géologique des différens pays où des recherches d'eaux souterraines ont été entreprises à l'aide de moyens analogues à ceux qui doivent nous occuper dans cet ouvrage, nous pourrons, de cette description et de la comparaison que nous ferons sous le rapport géologique de ces différens pays, tirer des conséquences qui nous mettront à même d'établir, avec une grande probabilité, *les principes ou règles générales de la conduite du sondeur-fontenier, déduits de la constitution, de la nature et de la disposition de la surface et de l'intérieur du sol*.

CHAPITRE PREMIER.

Sondages relatifs à la recherche d'eaux souterraines exécutés dans l'ancienne province d'Artois, et profondeur à laquelle on est parvenu.

§ 3. Les premières recherches sur les fontaines jaillissantes paraissent avoir été entreprises dans l'étendue de terrain que comprend le département du Pas-de-Calais, composé de l'ancienne province d'Artois, du Boulonnais, du Calaisis, de l'Ardrésis et d'une très petite portion de la Picardie. Au moins, cette opinion est générale, et ce qui tendrait à la confirmer, c'est la dénomination de *puits artésiens* donnée aux fontaines du même genre établies dans d'autres pays. Il est vrai que l'on connaît, depuis plus d'un siècle, les eaux jaillissantes de la basse Autriche, et les puits forés des environs de Modène et de Bologne, ainsi que la fontaine que Cassini a fait percer dans le fort Urbain, dont l'eau s'élevait au-dessus du sol à une hauteur de quinze pieds (*). Cependant, les procédés pour établir des fontaines jaillissantes, ne paraissent encore bien connus que dans les contrées du nord de la France, et ce n'est que depuis peu d'années qu'on a commencé à recher-

(*) Voir le Mémoire de M. Baillet, inséré dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement* du mois de février 1822.

char dans différentes parties du Royaume et dans quelques comtés méridionaux de l'Angleterre, des eaux souterraines à l'aide de la sonde du mineur ou du fontenier. La découverte de ces fontaines, dans l'Artois, provient sans doute de l'approfondissement peu difficile de quelques puits creusés dans les environs de Bethune (*voir la position de cette ville, Pl. I*[re]), et dans lesquels l'eau se sera élevée jusqu'à la surface du sol, mais depuis ces premières données, on a recherché ces eaux à l'aide de travaux moins dispendieux que ceux qu'exigent les constructions de puits ordinaires, et l'on est arrivé peu à peu, par l'invention de divers instrumens, à traverser des terrains d'une grande épaisseur. Maintenant on fait jaillir à la surface du sol, lorsque les circonstances locales le permettent, et d'une profondeur de plus de trois cents pieds, des eaux si limpides et si pures, qu'elles sont presque seules, dans certains pays, employées aux usages les plus ordinaires de la vie.

Nature des terrains dans lesquels les eaux sont contenues

§ 4. En examinant avec attention les différentes coupes des terrains représentés dans les *planches II, III IV*, et que l'on a traversés dans les communes d'Ardres, Choques, Annezin, Aire, Merville et Blengel (*voir la position de ces communes dans la Pl. I*re), on reconnaîtra que les eaux, ramenées au jour par la sonde, sont toutes contenues dans les fissures des roches crayeuses que recouvrent des couches horizontales de terre végétale, de sable, de cailloux roulés et d'argile plus ou moins grasse. Toutes les

fontaines creusées dans les environs de ces communes ont de même indiqué des successions de couches semblables à celles-ci. Elles ont en outre appris que plus on s'éloignait, vers le nord-est, des communes d'Aire, Saint-Venant, Merville, etc., et plus l'épaisseur de ces couches horizontales augmentait, plus par conséquent le calcaire crayeux s'enfonçait au-dessous de ces mêmes couches. On en a donc conclu qu'il ne fallait que très peu s'écarter de la ligne ponctuée *a' b' c' d'* (*Pl. Ire*), pour se procurer, sans de grands travaux, des fontaines jaillissantes.

Raisons qui doivent faire rechercher, dans le département du Pas-de-Calais, les eaux montantes de fond, vers la limite des terrains connus sous les noms de haut *et de* bas pays.

§ 5. En considérant sous le rapport géologique le terrain du département du Pas-de-Calais, nous pourrons facilement expliquer, et d'une manière générale, quelles sont les causes qui s'opposent à ce que les travaux qu'exige la découverte de ces eaux, au-delà de la ligne ponctuée *a' b' c' d'*, soient aussi faciles à exécuter que ceux que l'on entreprend près de cette ligne.

Si l'on examine le terrain du département de Pas-de-Calais, en partant de Donlens, et en s'avançant vers la ligne *n*, *o*, *p*, *q*, on remarquera qu'il est en tout composé de calcaire crayeux, à l'exception de la partie désignée par la ligne ponctuée passant par les communes de Landrethun, Colaubert, Desvres et Neufchâtel, formée de

roches d'une époque bien antérieure (*), de plus, que ce calcaire, dont les caractères minéralogiques sont absolument semblables à ceux qui distinguent la craie du bassin de Paris, n'est que le prolongement du plateau de calcaire qui, sortant de dessous les sables de la Beauce, s'étend dans tous les sens, pour former le sol de la Normandie, de la Picardie et de la Champagne. On voit ce même calcaire, dans le département du Pas-de-Calais, se présenter, surtout au cap Blanc-Nez (*Pl. Ire*), sous l'aspect de très grands escarpemens verticaux, et en masses qui n'offrent, dans cet endroit, qu'une stratification très peu distincte. Il ne contient presque pas de silex pyromaques, mais on y trouve une grande quantité de pyrites ferrugineuses. Dans d'autres endroits, des puits nécessaires à l'extraction de ce calcaire crayeux, nous ont mis à même de reconnaître que sa masse, qui conserve, à peu de chose près, les mêmes caractères minéralogiques, est divisée en bancs horizontaux de deux ou trois pieds, par des lits de silex pyromaques tuberculeux, presque toujours gris noirâtre. Dans d'autres localités, nous avons de plus remarqué des couches homogènes, composées de la même substance que ces silex, ayant trois ou quatre pouces d'épaisseur, et s'étendant, avec une parfaite régularité, sur

(*) Nous avons fait connaître, dans un Mémoire géologique, que la Société d'Agriculture de Boulogne a fait imprimer en 1823, et dont on trouve un extrait dans les *Annales des Mines*, la nature et l'ancienneté relative des roches qui composent cette partie du département du Pas-de-Calais.

un assez grand espace. Ce calcaire crayeux se montre presqu'à la surface du sol dans toutes les parties du département du Pas-de-Calais situées au sud-ouest de la ligne ponctuée *a' b' c' d'*, dont la direction moyenne est à peu près nord-ouest sud-est. Les plateaux les plus élevés qu'il forme sont entre-coupés par de petites vallées sans nombre, qui divisent, pour ainsi dire, en mamelons l'étendue de pays que nous considérons. La terre végétale dont il est recouvert y est presque toujours de peu d'épaisseur, et l'aspect général de cette partie du département, communément appelée *haut pays*, présente parfaitement tous les caractères géologiques d'un terrain secondaire composé de couches de calcaire crayeux, dont la texture et la couleur n'offrent que de très légères variations.

Si, au lieu de parcourir le pays que nous décrivons, on examine celui qui se trouve au nord-est de la ligne ponctuée *a' b' c' d'*, on remarque que l'aspect tant intérieur qu'extérieur en est tout différent. Il ne présente en effet, à partir de Dunkerque, Hasbrong, Lille, etc., qu'une plaine immense, dont l'œil ne peut embrasser les limites, et qui n'est que le commencement de cette vaste étendue de terrains plats qui forment le sol de la Hollande, de la basse Allemagne et de la Pologne. On ne rencontre dans ces terrains, parfaitement nivelés, aucune espèce de roche qui puisse faire établir quelques rapports de formation entre ce pays et celui connu sous le nom de haut pays. Quant aux sondages entrepris dans cette étendue de terrain jusqu'à Gand et Anvers, ils n'ont fait connaître, comme nous l'avons déjà dit, que des couches horizontales plus

ou moins épaisses de terre végétale, de sable, d'argile plus ou moins dure, souvent siliceuse, et contenant presque toujours des pyrites ferrugineuses disposées le plus communément par lits de peu d'épaisseur. Ces couches, qui recouvrent immédiatement, ainsi qu'on s'en est assuré dans tous les endroits où des sondages ont été poussés à une grande profondeur, le calcaire crayeux, appartiennent donc à ces terrains de nouvelle formation dus à la destruction de roches préexistantes, et dont les débris, long-temps charriés et tourmentés par les eaux, première cause de cette destruction, se sont sans doute déposés ensuite tranquillement au fond de mers ou d'immenses lacs, pour former les couches horizontales dont nous venons de déterminer la composition.

D'après ces observations, on voit que les terrains de nouvelle formation commencent à paraître suivant la direction $a' b' c' d'$, et qu'elle peut être considérée comme la limite du haut et du bas pays. Elles indiquent de plus que ces terrains, en s'adossant sur le penchant des collines qui terminent le haut pays, recouvrent le calcaire crayeux, qui disparaît vers cette limite, et s'enfonce, à des profondeurs plus ou moins grandes, sous ces mêmes terrains auxquels il sert de base. La profondeur à laquelle on le rencontre, quoique devenant généralement de plus en plus grande, à mesure que l'on s'éloigne vers le nord-est de la limite $a' b' c' d'$, paraît être cependant très variable dans une faible étendue de terrains. Les différens sondages exécutés à Béthune prouvent en effet que ces terrains de nouvelle formation n'ont, dans cet endroit, que soixante-

dix à quatre-vingts pieds d'épaisseur, tandis qu'à deux lieues au nord de cette ville, le calcaire, que l'on nomme improprement *marne* dans le pays, puisque l'analyse chimique n'y a fait découvrir que des traces imperceptibles d'alumine, est à plus de deux cents pieds au-dessous du sol, qui cependant est, à peu de chose près, de niveau avec celui des environs de Béthune. Cette variation dans la position du calcaire crayeux relativement à la surface du sol ne se fait pas remarquer seulement près de cette ville, mais elle a également lieu du côté de Lillers, Aire, Saint-Omer, etc., et l'on doit remarquer ici, comme on l'a fait dans d'autres lieux, que les inégalités existantes dans la partie supérieure du terrain crayeux ne se font nullement apercevoir à la superficie du sol. Au reste, cela se conçoit facilement en réfléchissant à la formation, par couches horizontales, des terrains dont il est ici question.

D'après la constitution géologique du département du Pas-de-Calais, on doit facilement se rendre compte des raisons qui ont principalement engagé de rechercher les fontaines montantes de fond dans l'étendue de pays qui s'étend le long de la limite *a' b' c' d'*. Comme il ne s'agit en effet, pour en découvrir, que de percer les couches imperméables d'argile situées à la jonction du terrain de nouvelle formation avec la superficie du calcaire crayeux, il s'ensuit que, dans les endroits où commence l'intersection de ce terrain avec les plans inclinés (ou le penchant des collines de calcaire crayeux) dont est formé le haut pays, on sera presque certain de rencontrer ce calcaire à peu de profondeur, et c'est ce que l'expérience confirme.

Recherches des eaux souterraines au-dessous des vallées du haut pays.

§ 6 Il ne faut cependant pas croire, d'après ce qui précède, que l'on ne peut rencontrer de fontaines jaillissantes, ou au moins montantes de fond, qu'à partir de la limite $a' b' c' d'$, et en s'avançant vers le nord-est. En effet, les eaux se répandant, comme nous le verrons, dans les fissures du calcaire crayeux, il en résulte que dans le fond des vallées du haut pays on peut de même rechercher avec succès des eaux souterraines ainsi dans la vallée de la Ternoise, à Blengel (*Pl. Ire*), on a exécuté, en 1820, trois sondages très près les uns des autres (*voir Pl. V*); le premier a été poussé jusqu'à la profondeur de 50 pieds, le deuxième jusqu'à celle de 80 pieds, et le troisième jusqu'à 110 pieds. Le premier trou n'a point donné d'eau; le deuxième n'a pu être continué, parce que les ouvriers, peu habiles, n'ont pas su retirer la sonde qui s'était cassée en s'engageant dans des silex, et quoique approfondi jusqu'à 80 pieds, il n'a pas non plus donné d'eau; le troisième, à la profondeur de 100 pieds ne paraissant également donner aucune espérance d'en trouver, mais ayant été poussé de 10 pieds dans une terre bleuâtre très collante, dont la partie inférieure est jaunâtre et marneuse, on a rencontré de l'eau qui de suite est remontée jusqu'à la surface du sol. Or, il est évident, dans ce cas, que ces eaux ne se sont élevées au jour que parce qu'on leur a donné la facilité de traverser la couche argileuse qui les retenait captives au-dessous de la masse calcaire reconnue par trois sondages successifs.

Cependant, il faut remarquer que l'on ne peut trouver de fontaines montantes de fond dans le haut pays, qu'en établissant les travaux de recherche au fond des vallées qui y ont été creusées par l'action érosive des eaux, parce que s'ils étaient situés au-dessus du plus bas fond de ces vallées, on augmenterait alors, à mesure qu'on s'élèverait sur leurs flancs, la distance qui existerait entre la surface à laquelle l'eau se tiendrait stationnaire, et celle où seraient situés les travaux de sondage.

Motifs d'après lesquels les sondages doivent toujours être poursuivis jusque dans les couches de calcaire crayeux

§ 7. D'après les différentes coupes de terrains que nous avons fait connaître, et que l'on a traversés dans le département du Pas-de-Calais pour rechercher des eaux souterraines, on voit que l'on a toujours été obligé de poursuivre les sondages jusqu'au calcaire crayeux, et que ce n'est que dans ce seul terrain que se trouvent ces eaux. Les raisons en sont faciles à saisir, en réfléchissant au gisement de ce calcaire, et en le comparant à celui des terrains de nouvelle formation. Toutes les coupes rapportées dans les *Pl. II, III, IV* et *V* prouvent que, dans le bas pays comme dans le haut, ce calcaire est toujours recouvert par des couches horizontales, composées principalement d'une argile dure, compacte et homogène, qui possède à un haut degré la propriété d'être imperméable à l'eau. Toutes les fois donc que ces couches argileuses s'étendront à une grande distance, les eaux situées au-

dessous d'elles seront toujours comprimées, et ne pourront avoir d'écoulement qu'en en suivant la partie inférieure. Or, d'après la configuration du terrain du Pas-de-Calais, les eaux qui proviennent des pluies et des rivières ou de ravins situés dans le haut pays, doivent évidemment se répandre dans les fissures du calcaire crayeux qui, s'étendant dans toutes les directions possibles, leur donnent la facilité de s'infiltrer au-dessous des couches des terrains de nouvelle formation dont il est recouvert. Il s'ensuit alors que, ne pouvant trouver d'issue pour s'échapper, au moins en entier, des fissures qu'elles remplissent, elles doivent nécessairement y séjourner, et éprouver, dans la vitesse dont elles peuvent d'abord être douées, un ralentissement d'autant plus grand, que les couches horizontales d'argile superposées au calcaire sont plus étendues, et que les issues par lesquelles ces eaux peuvent se répandre au jour, sont plus éloignées et plus étroites. Il est donc alors évident que si l'on perce les couches argileuses, elles s'élanceront, à partir de l'endroit où elles exercent leur plus forte pression, contre les couches de terrain qui les recouvrent, avec une vitesse dépendante de cette pression, et qu'elles s'élèveront à une hauteur d'autant plus grande, que la différence entre la vitesse qu'elles acquerraient, en raison de la hauteur totale du réservoir, et celle qu'elles ont au moment où elles se répandent au jour par des ouvertures naturelles, sera plus petite (*). Si elles n'a-

(*) L'élévation des eaux que l'on se procure à l'aide de la sonde du mineur ou du fontenier n'est évidemment due, d'après les faits que nous

vaient aucune vitesse, comme, par exemple, si elles étaient retenues dans le fond d'un bassin, elles s'élèveraient alors à une hauteur égale à celle qui existerait entre les points d'où elles s'infiltrent dans le sein de la terre, et ceux d'où elles commencent à s'élancer. D'un autre côté, pour que ces eaux jaillissent à la surface du sol, il faut qu'elles ne puissent pas se répandre toujours en profondeur, soit dans le calcaire craïeux, soit dans d'autres terrains inférieurs. Il faut donc que des terrains compactes se trouvent au-dessous de ce calcaire, ou que les parties inférieures de cette roche ne contiennent plus de fissures : or, c'est ce qui existe dans un grand nombre de localités. D'après de

---

avons exposés, qu'à la pression que fait naître le suintement de ces mêmes eaux partant d'un niveau supérieur, pression dont les effets ne se développent qu'au moment où l'on détruit l'obstacle contre lequel elle s'exerce. On ne doit donc pas attribuer cette élévation à la cause qui produit quelquefois les mêmes effets, en soulevant à des hauteurs plus ou moins considérables certaines eaux minérales. Dans ce cas-ci, l'élévation que l'on remarque ne dépend que de la pression produite par divers gaz, dus à la réaction réciproque qui s'opère entre différentes substances minérales répandues dans le sein de la terre. On peut lire, à ce sujet, les intéressantes observations de MM. les ingénieurs des mines *Puvis* et *Berthier*, contenues dans les Mémoires qu'ils ont rédigés sur les eaux minérales de Vichy, et insérés dans les *Annales des Mines* pour l'année 1820. Ces ingénieurs pensent que ces eaux ne jaillissent au-dessus du sol que par suite de la pression qu'exerce à leur surface, et à une grande profondeur, le gaz acide carbonique qui se développe lors de leur formation. Une cause analogue à celle-ci produit peut-être l'élévation des eaux bouillantes du Geysler, une des plus grandes sources de l'Islande, et dont les effets sont si extraordinaires. (*Voir les Mémoires de Chimie de Klaproth*, tom. Ier, pag. 309 et 349.)

nombreuses observations recueillies dans divers endroits, et particulièrement à Valenciennes et à Moachy-le-Preux, près Arras, on a en effet pu se convaincre que des terres argileuses très compactes se trouvent au-dessous du calcaire crayeux. M. *d'Aubuisson*, dans son *Traité de Géognosie*, les comprend même dans la formation crayeuse qui consiste, à Valenciennes, en une alternative de couches de calcaire et d'argile (*). Ces argiles sont d'une formation plus ancienne que celles qui existent constamment en

(*) La formation des terrains secondaires de Valenciennes, qui recouvre le terrain houiller proprement dit, présente, d'après M. d'Aubuisson (*voir son Traité de Géognosie*, vol. II, page 320), une succession de couches ainsi désignées par cet auteur :

Terre végétale,	
Craie arénacée et marneuse	5 mètres
Craie chloritée, divers bancs	10
Calcaire crayeux (pierre de taille)	3
Craie, avec beaucoup de silex noirs	15
Argile bleuâtre (glaise).	2
Craie grossière, un peu marneuse	3
Argile	2
Craie grossière	3
Argile	2
Craie grossière	3
Argile plastique (dief dans le pays).	20
Poudingue, grains et fragmens de silex, ciment calcaire (tourtia dans le pays)	2
Épaisseur totale,	70 mètres

Les terrains de Moachy-le-Preux présentent quelques différences avec ceux de Valenciennes, mais on remarque qu'ils sont cependant, comme

bancs horizontaux au-dessus de la craie; et quoiqu'elles paraissent avoir des caractères presque identiques avec ces dernières, leur gisement leur assigne cependant une place différente dans l'âge relatif des roches, lequel ne pourrait être apprécié si l'on ne considérait que leurs caractères minéralogiques.

Cette alternative de couches argileuses avec la craie est encore prouvée par la coupe de terrain que l'on voit dans la *Pl. V*; et, en supposant même que la couche *a b c d*, que l'on a traversée, soit très marneuse, il n'en est pas moins vrai qu'elle a la propriété de s'opposer parfaitement au passage des eaux situées dans le calcaire qu'elle recouvre.

---

ceux-ci, composés de couches argileuses au-dessus desquelles sont immédiatement situés des bancs de calcaire crayeux.

Voici d'après M. de Bonnard, inspecteur divisionnaire des mines, la composition des terrains de Monchy-le-Preux :

Argile sableuse, d'un jaune brun	6 mètres
Craie marneuse, propre à faire de la chaux et à bâtir	40
Marne plus grise, tablette, dans laquelle on a établi le premier plombage	6
Bleux	40
Dièves	52
Tourtia	1,40
Terre noire vitriolique et bitumineuse	4,60
Schistes et grès	20
Épaisseur totale des terrains reconnus,	172 mètres

En Angleterre, dans les environs de Londres, on a remarqué que les calcaires crayeux recouvraient presque toujours des argiles et des sables. Ces argiles sont souvent marneuses; mais quelquefois très tenaces.

Expériences qui tendent à prouver que les eaux souterraines du haut pays ont leur pente dirigée vers le bas pays

§ 8. Nous avons dit que les eaux se répandaient, dans le département du Pas-de-Calais, à partir du haut pays, à l'aide des fissures sans nombre dont sont traversées les couches de craie, et qui, ayant entre elles différens points de communication, facilitent l'infiltration de ces mêmes eaux jusqu'au-dessous des terrains du bas pays. Quelques expériences que nous avons faites à Béthune peuvent ajouter un nouveau degré de certitude à cette opinion, et donner la preuve que les eaux des fontaines jaillissantes des environs de cette ville, de Choques, de Lillers, etc., proviennent du pays situé au sud-ouest de la ligne ponctuée *a b c d*. Ces expériences ont eu lieu sur deux fontaines creusées près de la place d'armes, peu éloignées l'une de l'autre, et situées sur une ligne qui passerait par cette ville et celle de Saint-Pol.

Comme elles avaient pour but de déterminer quelle pouvait être la direction de la pente des eaux qui donnent naissance à ces fontaines, nous avons fait donner plusieurs coups de piston dans les buses de celle qui est au sud-ouest de la seconde. L'eau qu'elle produisit, au lieu d'être transparente, acquit une couleur laiteuse que lui donnèrent les pierres calcaires ramenées par la force d'aspiration. Presque au même instant, les eaux produites par la seconde fontaine acquirent également une semblable couleur. Or, ce

fait très simple ne peut avoir lieu que parce que les eaux de ces deux fontaines communiquent ensemble, et que leur pente se dirige du sud-ouest au nord-ouest. Nous avons eu outre remarqué que si l'ouverture de la première de ces fontaines est réduite de manière à ne laisser qu'une petite issue à l'eau qui tend à s'échapper, avec une certaine force, par l'ouverture qu'on lui donne ordinairement, le volume d'eau produit par la seconde fontaine est, dans un même intervalle de temps, beaucoup plus considérable. Plusieurs fontaines creusées à Lillers, et situées, les unes à l'égard des autres, comme le sont à peu près celles dont nous venons de parler, présentant des résultats analogues, on doit en conclure que la pente des eaux souterraines auxquelles ces fontaines sont dues, s'opère en allant de Béthune, Lillers, Choques, vers Saint-Venant, Merville, etc., et de plus qu'elles proviennent des terrains situés au sud-ouest de la ligne de séparation du haut et du bas pays. Les enfoncemens qui arrivent de temps à autre du côté de Fiefs, Nédonchelles, etc., communes de l'arrondissement de Saint-Pol, et dont on n'a point expliqué la cause, sont sans doute dus à l'infiltration journalière des eaux qui alimentent ces fontaines, infiltrations qui, à la longue, produisent des effets tellement extraordinaires, qu'ils ne paraissent nullement en rapport avec la faible cause à laquelle on les attribue, mais cette cause peut être ici comparée à l'action continue d'une force dont les effets finissent toujours par surpasser ceux produits par une autre force, quelque grande qu'elle soit, si l'action de cette dernière n'est qu'instantanée.

Utilité de la description géologique du département du Pas-de-Calais, pour avoir des idées précises sur les fontaines jaillissantes

§ 9. Nous avons cherché à décrire avec détail la constitution géologique du département du Pas-de-Calais, parce que cette localité nous semble une des plus intéressantes à examiner, pour avoir des idées précises sur les fontaines jaillissantes; mais, afin de faire voir que les faits déduits de cette localité peuvent être généralisés, nous remarquerons que de semblables fontaines, construites dans les environs de Boston, en Amérique, sont, comme celles du Pas-de-Calais, alimentées par des eaux qui proviennent du calcaire crayeux; et que des travaux exécutés à Scheerness, en Angleterre, au confluent de la Medway et de la Tamise, ont de même prouvé qu'il existait, à 350 pieds au-dessous de bancs argileux, du calcaire crayeux contenant des eaux très pures et très limpides. Aussitôt que l'on eut percé dans cet endroit la couche argileuse qui les comprimait, elles s'élevèrent à la hauteur de 344 pieds; mais ensuite elles redescendirent, et se tinrent stationnaires à 120 pieds au-dessous de la surface du sol. Ce mouvement ascensionnel provenait sans doute de l'oscillation qu'elles éprouvèrent lorsqu'on détruisit la pression qu'elles exerçaient contre les couches argileuses superposées au calcaire. On peut en effet considérer le puits que l'on a ouvert, comme une des branches d'un siphon, dont les fissures souterraines forment l'autre branche. Le terrain traversé à Scheer-

ness est, comme on sait, rangé dans la classe des terrains de nouvelle formation, et il a beaucoup d'analogie avec ceux qui recouvrent, dans le département du Pas-de-Calais, le calcaire crayeux. Il est en effet principalement composé de sable de diverses couleurs mélangé de terre verte et de silex roulés, d'argile noirâtre très tenace et semblable à quelques variétés de celles que représentent les coupes de terrain dont nous avons fait mention. Souvent cette argile est mêlée de terre verte, de sable, et renferme quelquefois avec des pyrites ferrugineuses des morceaux de calcaire, comme celle traversée à Aire, et dont la *Pl. III* (9e couche) représente l'épaisseur. On voit donc que ces localités se ressemblent parfaitement sous le rapport géologique, et que les eaux qu'on y rencontre sont toutes renfermées de la même manière dans la roche de calcaire crayeux sur laquelle reposent les terrains de nouvelle formation que nous avons décrits (*)

Insalubrité des eaux situées entre des couches argileuses. Inconvéniens de leur mélange avec celles des couches de calcaire crayeux.

§ 10. Lorsqu'on entreprend des sondages pour établir des fontaines jaillissantes, on rencontre quelquefois des masses d'eaux considérables qui proviennent des couches

(*) M. *Héricart de Thury* a bien voulu nous transmettre quelques renseignemens sur les différentes espèces de terrains qui ont fait reconnaître les sondages entrepris près de Paris, à la barrière de Fontainebleau, et à la papeterie de Courtalin, près de Coulommiers, département de Seine-et-Marne. Ces sondages tendent à prouver que les eaux les plus abondantes et les meil-

Digitized by Google

supérieures au calcaire crayeux, mais ces eaux, dont le goût et l'odeur sont presque toujours désagréables, ne sont

---

leures qu'on recherche dans le sein de la terre sont situées dans le calcaire crayeux, au-dessous de terrains dont les formations sont analogues à celles que nous avons rapportées dans les paragraphes précédens.

Dans le puits foré de la brasserie de la Maison-Blanche de la barrière de Fontainebleau, on a reconnu, sur une hauteur de 39 mètres 50 centimètres, les différentes couches de terrains qui recouvrent le calcaire crayeux dont le fond du bassin de Paris est formé.

Voici le détail de ces différentes couches de terrains.

	Terre, sable et gravier	3m	82c
Calcaires et sables de la formation des glaises.	Marnes spathiques	0	81
	Marnes à coquilles marines	1	22
	Roches	0	65
	Haut banc	0	65
	Bancs exploités par les carriers	2	60
	Lambourdes	3	41
	Grand coquiller blanc	2	53
	Grand coquiller rouge	2	08
	Banc coquiller nacré	1	46
	Banc coquiller chlorité	1	11
Marnes calcaires et formation du calcaire marin.	Glaise bleue dite reteinte	3	25
	Glaise blanchâtre	1	95
	Glaise verdâtre	1	95
	Glaise grise rouge panachée	1	62
	Glaise grise dite la belle	1	62
	Glaise noire pyriteuse	0	97
	Banc gris noir pyriteux	0	53
	Sable siliceux argileux, alternant avec des veines de glaise sableuse d'un gris noirâtre	7	47
		39m	70c

Immédiatement au-dessous de tous ces terrains, existe la grande formation de calcaire crayeux, dont l'épaisseur est inconnue.

Les eaux trouvées dans les couches argileuses, et réunies au fond d'un

point celles qu'on veut obtenir. Elles n'éprouvent pas d'ailleurs une assez forte pression pour parvenir au jour, parcequ'elles ont simplement traversé à travers les couches horizontales des terrains de nouvelle formation, et ne sont point descendues des lieux élevés d'où partent celles

---

puits, dont on a élevé la maçonnerie sur un fort cône de charpente établi à peu près au milieu de la dernière couche du glaise noire pyriteuse reconnue, ne pouvant suffire aux besoins auxquels on les destinait, on résolut de pousser le sondage jusqu'à ce qu'on pût en trouver de plus abondantes. On passa d'abord un banc noir argilo-pierreux et pyriteux d'une très grande dureté de 0,^m33 d'épaisseur, et aussitôt qu'on l'eut traversé, la sonde, d'après les propres expressions de M. *Héricart de Thury*, « remua si elle » eût échappé des mains des ouvriers, glissa tout-à-coup de 7,^m 47 de hauteur, ainsi qu'elle eût pu le faire si elle fût tombée, ou si elle se fut perdue dans une fente profonde, et est à la mouraille, qui était passée » dans l'œil de la première tige, que ces ouvriers durent sa conservation, » car, sans cet obstacle, qui l'arrêta au fond du puits, où ils se trouvaient » placés, elle fût probablement tombée à une plus grande profondeur, puisqu'ils ont déclaré, 1.º que cette sonde, lorsqu'ils voulurent la retirer, leur » parut tout-à-coup dans un vide, tel qu'elle ne portait point sur un terrain formé ou solide par sa partie inférieure, et 3.º qu'elle était agitée » ou mise en mouvement aussi qu'elle aurait pu l'être par un fort courant. Ce ne fut qu'avec beaucoup de peine qu'ils parvinrent à la retirer, déjà l'eau les gagnait et gênait les manœuvres, mais aussitôt qu'ils eurent enlevé la sonde et qu'ils eurent entièrement dégagé l'orifice du coffre, il jaillit tout-à-coup dans le puits, par-dessus leur tête, à près de 10 mètres de hauteur, un volume d'eau considérable, dont la force et l'abondance étaient telles, qu'ils eurent à peine le temps de se faire enlever, et qu'ils furent obligés de laisser au fond du puits sondes, tiges, instrumens, outils et tous les déblais du sondage. »

Si, au lieu de rechercher des eaux ascendantes à l'aide des travaux dispendieux que l'on a entrepris à la barrière de Fontainebleau, on avait d'abord

qui sont contenues dans les fissures du calcaire crayeux. Ces premières eaux, en traversant les couches d'argile dans lesquelles se trouvent, à peu de distance les uns des autres, des groupes de pyrites ferrugineuses, sont souvent viciées, et ne peuvent être d'aucun usage. Aussi les tra-

---

commencé les sondages à la surface du sol, et qu'on eût exécuté les travaux qui font l'objet de cet ouvrage, les ouvriers n'eussent été exposés à aucun danger, les eaux, retenues dans des bases, eussent constamment été limpides, et les dépenses n'eussent point été comparables à celles que l'on a faites.

Ces eaux, qui se tiennent constamment à 12 mètres au-dessus du rouet qui sert de base à la maçonnerie, proviennent, ainsi que celles que l'on a recherchées dans différens pays, et surtout dans les départemens de la Somme, du Pas-de-Calais et du Nord, du calcaire crayeux que recouvrent toutes les formations de terrains que nous venons de faire connaître, et qui ne diffèrent de celles de la partie basse de la Flandre, que parce que dans cette contrée la grande formation de marnes calcaires et de calcaire marin n'existe pas, quant aux formations argileuses, elles sont absolument de même nature.

Les résultats que nous venons de rapporter sur les recherches entreprises à la barrière de Fontainebleau nous font penser, 1°. que les différentes eaux que recèlent les six ou sept couches de glaises étudiées au-dessous de la formation du calcaire marin, ne proviennent que d'infiltrations successifs à travers les terrains qui sont superposés à ces mêmes couches, 2°. qu'elles n'ont sans doute aucune communication avec celles qui ont jailli à 60 mètres au-dessus de la tête des ouvriers sondeurs qui se trouvaient au fond du puits; puisque ces premières eaux ne se tiennent stationnaires qu'à 5 mètres environ au-dessus du fond de ce puits, lequel a été approfondi jusqu'à 32,m95 au-dessous du sol de la buanderie, tandis que les eaux du calcaire crayeux s'élèvent à plus de 12 mètres au-dessus du fond de ce même puits, 3°. que si ces eaux du calcaire se sont concentrées dans la couche de sable siliceux argileux, c'est qu'il est probable que de

vaux que l'on entreprend pour se procurer des fontaines jaillissantes ont-ils toujours pour but principal d'isoler ces

---

petites fissures, d'abord existantes dans la partie inférieure de cette couche, et dans lesquelles l'eau s'élevait en opérant une pression continuelle à leur partie supérieure, se seront étendues et prolongées par suite de cette pression, jusqu'à la naissance du banc gris noir pyriteux; qu'alors les eaux de ce calcaire crayeux se seront répandues dans la couche de sable argileux, et ne se seront arrêtées que parce que le banc noir pyriteux contre lequel elles exerçaient leur pression a la propriété d'être imperméable.

Nous pensons en outre, puisque les eaux provenant du calcaire crayeux se tiennent à un niveau plus élevé que celui des eaux que l'on a rencontrées dans les couches de la formation glaiseuse, qu'on doit présumer non-seulement que celles-ci n'ont point de communication avec celles de ce calcaire, comme nous venons de le dire, mais encore que les couches argileuses, après différentes variations dans leur allure, se montrent sans doute au jour à une distance indéterminée du puits de la brasserie, et qu'enfin les eaux obtenues en dernier lieu et qui proviennent du calcaire crayeux, ne s'y seront répandues que par des fissures existantes au-delà de l'affleurement des couches argileuses, et dans lesquelles elles ne s'étendent point. (Voir ce que nous disons à ce sujet dans le paragraphe 16.)

Les sondages entrepris à la papeterie de Courtalin ont fait connaître la nature des différens terrains sur une épaisseur de 42 mètres.

Toutes les couches traversées jusqu'à la profondeur de 26 mètres sont composées de sables, d'argile plus moins dure et de différentes marnes. Au-dessous de ces mêmes couches, on a trouvé une masse crayeuse de 16 mètres divisée par de petits bancs de silex ou de gravier. Les eaux qu'on recherchait et qu'on a retenues dans des buses ont jailli au moment où la sonde est entrée dans la marne crayeuse, et se sont élevées jusqu'à 1m,30 de la surface du sol. Ainsi cette fontaine a donc été établie dans des terrains semblables à ceux dans lesquels on doit rechercher les eaux souterraines que l'on veut ramener au jour.

eaux corrompues de celles qu'on rencontre dans le calcaire. Ces dernières sont ordinairement très saines, très légères, d'une limpidité parfaite, et n'éprouvent presque jamais de variations dans leur nature. Les différentes analyses chimiques auxquelles elles ont été soumises, n'y ont fait connaître qu'une très faible quantité de sels à base de chaux, les seuls qui cependant pourraient en altérer la pureté (*).

En supposant même que les eaux situées au-dessus des terrains de calcaire crayeux fussent pures et limpides, ce ne serait point un motif de ne pas rechercher celles qui sont directement au milieu de ces terrains, et en effet, la vitesse de ces dernières diminuant continuellement par suite des frottemens qu'elles éprouvent en traversant des fissures nombreuses et souvent très étendues, sont beau

(*) Il existe dans Abbeville, département de la Somme, différentes fontaines jaillissantes, dont les eaux ont été sondées, avec celles de plusieurs puits et de quelques fontaines naturelles de la même ville, à l'analyse chimique. Les résultats que l'on a obtenus ont prouvé qu'il existait dans toutes ces eaux du carbonate et du muriate de chaux, et que celles qui provenaient des puits et des fontaines naturelles contenaient seules une certaine quantité de sulfate à base calcaire. La présence de ce sel est peut-être due à ce que ces dernières eaux ne sont pas isolées de terrains environnans comme le sont celles des fontaines jaillissantes en constantes de fond.

Le carbonate de chaux, dont la présence a été constatée, comme nous venons de le dire, dans toutes ces eaux, y entre pour une quantité qui ne s'élève pas au-delà de 0,0005, et le muriate de chaux qui se trouve y existe en dissolution, ne surpasse pas 0,0015. Quant au sulfate de chaux que recèlent les eaux de plusieurs puits et de quelques fontaines naturelles, l'analyse chimique a démontré qu'il y entre pour une quantité dont le maximum est de 0,00035.

coup moins dépendantes de l'influence atmosphérique que celles qui ne proviennent que de localités peu éloignées, leur volume éprouvera donc, dans des temps de sécheresse, d'autant moins de variations, que les terrains au milieu desquels ces eaux filtreront, seront à une plus grande profondeur.

Observations sur les roches crayeuses. Raisons déduites des paragraphes précédens, et qui prouvent qu'on ne doit rechercher des eaux souterraines que dans ces roches.

§ 11. Avant de terminer les observations qui nous serviront à établir les principes du sondeur-fontenier, nous ferons remarquer que les roches de calcaire situées au-dessous des terrains de nouvelle formation, sont les seules dans lesquelles on doive rechercher des eaux souterraines. Nous savons, en effet, qu'il suffit qu'une couche perméable soit contenue entre des couches sensiblement imperméables, pour donner lieu à des fontaines jaillissantes, et d'après les faits que nous avons rapportés, on doit en conclure que si la couche perméable présente des affleuremens dans des lieux élevés, qui lui permettent de recevoir les eaux extérieures des pluies, des rivières et des ravins, et qu'ensuite elle se propage entre les couches imperméables, en descendant dans les lieux plus bas, sans que ces eaux aient d'issue pour s'épancher, en moins en entier, il suffira, pour obtenir dans ces lieux des fontaines montantes de fond, et quelquefois jaillissantes au-dessus du sol, de

percer la couche supérieure imperméable, et de garantir l'épanchement des eaux le long de la paroi du trou ascendant. Or, puisque ce sont là les conditions qu'il faut rencontrer pour obtenir de ces fontaines, on conçoit très bien, d'après les différentes natures de terrains que nous connaissons, que *le calcaire est le seul dans lequel on devra rechercher des eaux souterraines* (*). Nous avons eu effet

(*) Quoique nous disions que le calcaire crayeux est la seule roche dans laquelle on doive rechercher des eaux souterraines, il ne faut pas cependant en conclure qu'il ne peut en exister dans d'autres roches. En nous exprimant ainsi nous entendons seulement que les recherches devront principalement être entreprises dans les calcaires crayeux, parce qu'ils renferment généralement de nombreuses fissures qui donnent passage à des eaux pures et limpides, et que ces recherches seraient trop hasardées si on les entreprenait dans des terrains qui n'auraient pas d'analogie avec ceux que l'on range dans la formation générale des craies.

M. de Gargan, ingénieur des mines, a établi un sondage à Creutzwald, département de la Moselle, dans un grès rouge, pour atteindre le terrain houiller de la Sarre, distant de deux lieues.

Ce sondage a traversé 93 mètres de grès rougeâtre, souvent très ébouleux. 80 mètres de tuyaux en tôle parfaitement soudés, ont été descendus pour contenir les parois du trou de sonde.

A 60 mètres de profondeur, et sans qu'on ait remarqué de changement de terrain, ce trou de sonde a donné naissance à une source jaillissante qui produit par heure onze mètres cubes d'eau.

Les grès d'où partent ces eaux contiennent sans doute comme ceux de Sheuteken très fendillés, mais ils peuvent néanmoins être contenus entre des couches imperméables, et c'est ce sujet un doit remarquer qu'on a souvent reconnu que des terrains, sans être argileux, présentaient une parfaite imperméabilité à l'eau. Dans les calcaires crayeux, par exemple, on rencontre souvent des couches parfaitement homogènes et sans fissures, et qui con-

montré qu'en raison de son gisement, il se trouve souvent contenu entre des couches argileuses imperméables, que de plus, les affleuremens de ce calcaire paraissent souvent au jour dans les parties de pays les plus élevées, et qu'il se prolonge ensuite indéfiniment dans les lieux les plus bas, qu'enfin il est traversé dans toutes sortes de sens par des fissures sans nombre, qui permettent à l'eau de s'y répandre, et d'y circuler avec une grande facilité. Nous citerons même encore, pour donner plus de poids à ce que nous avons avancé relativement à ces fissures, des observations qui nous ont été communiquées par M. l'inspecteur général des mines, *Gillet de Laumont*. En examinant les grottes de Rancogne, situées dans le département de la Charente, il a reconnu qu'elles doivent leur origine aux deux rivières portant les noms de *Bandiat* et de *Tardoire*, dont les eaux se perdent dans les fentes de roches calcaires. Les excavations produites par ces rivières communiquent les unes aux autres, et l'on peut les parcourir pendant l'espace de deux lieues sous terre. Elles renferment des ruisseaux capables de faire tourner des moulins, des grottes et des cavités immenses, dans lesquelles l'infiltration des eaux produit des stalactites et des stalagmites gigantesques. En entraînant continuellement avec elles des parties calcaires, elles augmentent ces cavités et produisent quelquefois des éboulemens considérables. Ces

---

ouvrent entre elles d'autres couches feuilletées de la même roche, et remplies d'eau. Or, ces couches de calcaires imperméables peuvent très facilement donner lieu à l'établissement de fontaines jaillissantes.

eaux donnent ensuite naissance, à quelques lieues de là, dans une vallée inférieure, à plusieurs fontaines jaillissantes naturelles au-dessus de quelques flaques d'eau qu'elles alimentent, et sortent, à peu de distance, au pied d'un rocher très élevé, pour former la rivière de Touvre, qui, à 2,400 mètres de sa source, fait tourner douze à quinze roues hydrauliques de la belle fonderie à canons de Ruelle, près Angoulême. Un autre fait que l'on remarque dans le département du Pas-de-Calais, et qui a de très grands rapports avec ceux que nous venons de citer, c'est qu'au bas de l'énorme escarpement vertical de calcaire du cap Blanc-Nez, des jets d'eau sortent avec une grande vitesse des fentes de ce calcaire, et en détruisent peu à peu la partie inférieure. Il est donc certain que ces eaux proviennent de montagnes éloignées, et que, par une suite continue de fissures existantes dans le calcaire de ces montagnes, elles se répandent dans toutes sortes de sens, et se montrent au jour au Blanc-Nez, parce que l'escarpement qui y existe leur en donne la facilité.

Dans plusieurs localités, on a acquis la preuve que les eaux souterraines qu'on cherche à faire jaillir à la surface du sol, et qui proviennent de lieux plus ou moins éloignés, ont un écoulement direct dans la mer. Nous citerons à ce sujet un passage d'un mémoire intéressant que M. Baillet, inspecteur divisionnaire au Corps royal des mines, a lu à la Société d'Encouragement dans le mois de février de l'année 1822, sur certaines fontaines jaillissantes découvertes avec la sonde dans les environs d'Abbeville.

« La fontaine forée de Noyelles sur mer, que nous » venons de citer, a été percée dans un champ qui sert de » pâturage, et où l'on manquait d'eau. La sonde y a » atteint le terrain aquifère (la craie) à 17 mètres envi- » ron de profondeur, et a ouvert une source abondante » de bonne eau qui s'est aussitôt élevée dans les buses. » Cette eau est reçue dans un bassin creusé exprès et dis- » posé pour servir d'abreuvoir aux bestiaux. Elle se tient » ordinairement, à marée basse, à la hauteur de 2 mètres » au-dessous de la surface du sol; mais à marée haute, elle » s'élève presque jusqu'aux bords du terrain, et un clapet » convenablement placé sur l'orifice des buses, empêche » l'eau de retourner vers sa source, et la conserve dans le » bassin quand la mer vient à baisser dans la baie de la » Somme. »

Différens faits de cette nature ont été observés dans plusieurs localités, et principalement sur la côte de France, depuis Dieppe jusqu'à Montreuil. De nombreuses sources situées sur cette côte ne répandent en effet de l'eau à la surface du sol que lorsque la mer est basse.

Ces faits, quelque singuliers qu'ils paraissent, peuvent cependant facilement s'expliquer, en considérant que les eaux douces et limpides se rendent dans la mer à des profondeurs plus ou moins grandes avec une certaine vitesse. Or, cette vitesse doit nécessairement éprouver un ralentissement lorsque, par l'effet des marées, le niveau des eaux de la mer s'élève, puisque la pression qu'elles exercent aux endroits où s'échappent les eaux douces, est alors plus considérable, et c'est par suite de ce ralentissement

qu'elles doivent s'exhausser dans les tuyaux à l'onde desquels elles se répandent au jour.

Plusieurs fontaines creusées à Abbeville sont de même soumises à l'influence des marées, mais quelles que soient les variations que peut éprouver leur niveau, elles n'en donnent pas moins des eaux douces et parfaitement limpides; et celles de la mer, auxquelles ces variations sont dues, n'altèrent en rien leur pureté.

Nature des roches dans lesquelles on ne doit pas rechercher des eaux jaillissantes.

§ 12. Toute autre espèce de roche que le calcaire ne pourrait pas présenter les mêmes avantages pour la recherche des fontaines montantes de fond. Ainsi on ne doit point établir de travaux dans les terrains primitifs, tels que les granites, les gneiss, les porphyres, les serpentines, etc., qui presque tous n'offrent que des roches peu fendillées, et dont les fentes surtout ne s'étendent qu'à une petite profondeur. L'expérience prouve que les eaux que recèlent ces terrains y sourdent de tous côtés à une faible distance de la partie supérieure par laquelle elles s'y infiltrent. Dans les terrains de calcaire, les fissures se propageant au contraire à de grandes distances, soit en largeur, soit en profondeur; les eaux peuvent alors en couler avec facilité et se répandre au-dessous des vallées dont le fond est presque toujours recouvert par des terrains d'argile, de sable, de cailloux roulés, etc. On doit aussi s'abstenir de rechercher des eaux dans les terrains schisteux,

perce que les pyrites ferrugineuses qu'ils renferment, se décomposant facilement, communiquent à l'eau qu'on y rencontre l'odeur et le goût du gaz hydrogène sulfuré

Nous terminerons ici toutes les observations et les conséquences que nous avons déduites de l'étude des différens lieux dont nous nous sommes occupés, et nous allons actuellement établir les principes qui doivent guider le sondeur-fontenier dans les recherches qu'il peut entreprendre pour découvrir des eaux souterraines

CHAPITRE II.

Recherches des terrains propres à donner naissance à des fontaines jaillissantes

§ 13. Avant de commencer des travaux de sondage pour rechercher des eaux souterraines, il sera nécessaire d'avoir une parfaite connaissance de la constitution, tant superficielle qu'intérieure, du pays dans lequel ces travaux seront entrepris. Cette constitution devra être reconnue sur la plus grande étendue possible, et l'on devra, en même temps, recueillir toutes les données qui pourront indiquer quelle est la liaison de ce pays ou de ce terrain avec ceux qui l'environnent. En en parcourant la superficie, on remarquera s'il existe des affleuremens de calcaire crayeux dans les parties les plus élevées, ou si la couche de

terre végétale dont il peut être recouvert est peu épaisse. Dans le cas où l'on découvrirait de ces affleurements, on examinera les vallées, et l'on s'assurera par quelques soudages provisoires, ou en consultant la succession des couches traversées par les puits les plus profonds du pays, si le calcaire crayeux qui se montre au jour dans les parties élevées se prolonge au-dessous des terrains de transport dont le fond de ces vallées est ordinairement recouvert. En explorant ainsi un pays, si l'on reconnaît qu'il a de très grands rapports avec ceux dans lesquels on a découvert des fontaines jaillissantes, on pourra se livrer alors aux travaux que leur percement exige. Les indices d'après lesquels ils seront entrepris indiqueront en effet des terrains propres à la recherche d'eaux souterraines, puisqu'ils offriront, d'après ce que nous avons dit dans le chapitre précédent, toutes les conditions qu'exige l'établissement de fontaines jaillissantes ou montantes de fond. Quant à la hauteur de ces eaux dans les tuyaux ou buses à l'aide desquels on les isole du sol environnant, il est impossible de la déterminer *à priori*, puisqu'elle dépend de la différence qui doit exister entre le point d'où elles commencent à s'infiltrer dans la partie supérieure des roches calcaires, et l'endroit d'où on veut les faire jaillir. Or, comme la hauteur du premier point au-dessus d'un plan horizontal donné reste inconnue, on ne peut avoir sur cet objet que des données très incertaines, mais elles dépendront toujours de la configuration extérieure du sol.

Observation importante sur les causes qui peuvent s'opposer à l'élévation des eaux souterraines dans les trous de sonde.

§ 14. Nous ferons ici une observation importante, c'est qu'il peut arriver qu'un trou de sonde tombe sur des fissures remplies d'eau, sans qu'elle puisse pour cela s'élever au-delà de quelques mètres de l'endroit où on l'aura rencontrée, quoique cependant ces fissures soient sans cesse entretenues par des eaux provenant de très grandes hauteurs. En effet, si cette eau peut avoir une issue dans une vallée voisine, plus profonde que celle dans laquelle on aura établi des travaux de sondage, et que cette issue soit plus petite que la grandeur de ces fissures, il est évident que l'eau ne s'élèvera dans le trou de sonde qu'en vertu d'une pression qui sera la différence entre celle qu'elle exercerait contre la couche argileuse, si elle n'avait point d'issue, et dépendante dans ce cas de la hauteur totale de l'eau du réservoir, et celle moins forte due à la vitesse que cette eau acquerrait par suite de l'issue qu'elle pourrait avoir dans une autre vallée plus profonde. Il pourrait même arriver qu'elle ne s'élevât pas dans le trou de sonda, et ce cas aurait lieu si les issues par lesquelles l'eau s'écoulerait étaient de mêmes dimensions que les fissures; car alors cette eau en sortirait à pleine gueule. Aussi, doit-on conclure de ces observations qu'on est bien plus certain de trouver des fontaines jaillissantes dans des pays analogues à ceux qui sont situés au nord-

est de la ligne ponctuée $a'b'c'd'$ (*Pl. IV*), et dans lesquels les eaux peuvent s'étendre à des distances immenses sous des couches argileuses sans trouver d'issues, que dans les pays qui, par leur faible étendue, ne peuvent empêcher les eaux qu'ils contiennent de se répandre dans quelques vallées voisines plus profondes que celles où sont établis les travaux de recherche, et en effet, la vitesse qu'acquièrent ces eaux par la facilité de leur écoulement affaiblit nécessairement la pression qu'elles seraient susceptibles d'exercer en raison de la hauteur de leur chute contre les couches imperméables superposées aux calcaires crayeux

Obstacles qu'opposent les calcaires homogènes à la filtration des eaux.

§ 15. En supposant que les issues naturelles par lesquelles ces eaux pourraient s'écouler fussent très petites, il serait cependant encore possible que les recherches que l'on entreprendrait, si elles se bornaient à un seul trou de sonde, fussent infructueuses, mais ce n'est pas une raison de perdre l'espérance de se procurer des fontaines jaillissantes On peut en effet tomber sur un endroit où les roches calcaires sont très homogènes, et ne contiennent point, dans toute l'étendue du trou de sonde, des fissures qui puissent donner issue à l'eau dont ces roches sont entourées. Plusieurs exemples de ce genre se sont présentés dans le département du Pas-de-Calais, et nous en citerons un très remarquable. Un propriétaire a fait forer, dans

un faubourg de Béthune, un trou de sonde qui, après avoir traversé 60 à 70 pieds de terrains de nouvelle formation et 30 pieds de calcaire, est tombé sur une source dont les eaux se sont élevées à la surface du sol. Un autre propriétaire, dont l'habitation tient presque à celle du premier, voulut aussi se procurer une fontaine jaillissante: il fit en conséquence percer d'abord 70 pieds de terrains composés de sable et d'argile grise, contenant une grande quantité de pyrites, ensuite 105 pieds de calcaire, que l'on avait rencontré, comme on voit, à la même profondeur que dans le premier sondage, mais quoiqu'on eût traversé 175 pieds de terrains de différentes natures, on ne put se procurer d'eau. Découragé et ne pouvant expliquer l'anomalie qui paraissait exister entre deux terrains dont les caractères étaient les mêmes, ce propriétaire a totalement abandonné les travaux qu'il avait entrepris.

Réflexions sur les différentes parties du sol d'où proviendraient les eaux souterraines qu'on pourrait rencontrer au-dessous de la surface inférieure d'une couche argileuse.

§ 16. L'exemple que nous venons de citer prouve que si l'on n'a pas eu d'eau à 175 pieds au-dessous de la surface du sol lorsqu'on s'en est procuré à une profondeur beaucoup moins grande presque dans le même endroit, c'est parce que le trou de sonde a été pratiqué dans un calcaire homogène et sans fissures. Cependant, si l'on en eût continué l'approfondissement, il eût été peut-être pos-

sible de rencontrer une couche argileuse, ou au moins sensiblement imperméable, au-dessous de laquelle se seraient trouvées des eaux susceptibles de s'élever jusqu'à la surface du sol. Mais il faut remarquer qu'elles ne pourraient provenir que d'endroits plus éloignés que ceux d'où s'écoulent les eaux ramenées au jour par le sondage, dont nous avons fait mention dans le paragraphe précédent, et en effet, s'il en existait au-dessous de cette couche argileuse, ce ne serait que parce que les bancs de calcaire qu'elle recouvre en recevraient, par suite de la favorable position de leurs affleurements au jour, des pluies, des ravins, etc. Or, cette couche argileuse pouvant descendre de lieux élevés et se propager au-dessous d'une ou de plusieurs vallées, il est évident que les eaux situées au-dessous d'elle ne pourraient provenir que du calcaire sur lequel elle repose, et non de celui qui lui est supérieur, puisqu'en raison de son imperméabilité, elle ne pourrait leur livrer passage. Ce que nous avançons ici paraîtra d'autant plus probable, que les sondages entrepris à Blengel (*voir les Pl. F et V*) ont donné la preuve que toute la masse de calcaire crayeux *fghk* ne contenait point d'eau, et qu'il ne s'en trouvait qu'à la jonction de la couche argileuse *abcd* avec d'autre calcaire situé au-dessous d'elle. Dans ce cas-ci, il est évident que cette eau ne pouvait avoir d'issue avec le terrain supérieur, puisque la couche argileuse *abcd*, qui peut-être s'étend à une grande distance, et remonte insensiblement jusqu'à l'endroit où le calcaire qu'elle recouvre se montre au jour, s'opposait à ce que cette eau refluât dans la masse *fghk*.

Raisons pour lesquelles on doit poursuivre l'approfondissement du trou de sonde dans les roches de craie jusqu'à ce qu'elles éprouvent quelque variation dans leur nature

§ 17 En général, toutes les fois qu'on trouvera du calcaire crayeux très-homogène, il sera nécessaire d'y enfoncer la sonde jusqu'à ce qu'il éprouve quelque variation dans sa nature, car on sait par expérience que c'est presque toujours à la superposition des différens terrains les uns sur les autres que se rencontrent les eaux souterraines Cette superposition, par les vides ou les fissures qu'elle produit, doit en effet faciliter leur infiltration C'est même à cette cause qu'on doit attribuer l'augmentation qu'éprouve le volume d'eau produit lorsqu'on arrive à la jonction des lits de calcaire et des petits bancs de silex. En supposant donc qu'on trouve, en perçant de quelques pieds le calcaire crayeux, de l'eau qui puisse se répandre à la surface du sol, on est presque certain que le volume en deviendra plus considérable, si, en continuant l'approfondissement du trou de sonde, on rencontre de petits lits de cailloux analogues à ceux que contiennent les terrains représentés dans les *Pl II, III, IV et V.*

Conséquences déduites des lieux explorés

§ 18 Toutes les fois qu'un pays ne présentera pas les caractères géologiques dont nous avons parlé dans ce chapitre et dans le précédent, on devra s'abstenir alors d'y

rechercher des eaux souterraines, puisque les terrains dont il seront compose ne presenteraient pas *de couches permeables à l'eau, contenues entre d'autres couches sensiblement imperméables*

CHAPITRE III.

DESCRIPTION DETAILLÉE DE LA SONDE DU FONTENIER ET DE TOUTES SES PARTIES.

Soins et précautions qu'il faut apporter dans l'exécution des travaux qu'exige la recherche des fontaines jaillissantes

§ 19. Lorsque l'on examine des jets d'eau qui s'élancent quelquefois de la profondeur de 300 pieds, et qui traversent, pour se répandre au jour, des tuyaux de bois enfoncés jusqu'à cette profondeur, lorsqu'on réfléchit sur les difficultés que l'on doit souvent éprouver pour traverser avec la sonde des terrains d'une aussi grande épaisseur, on sera convaincu que l'on ne peut les vaincre qu'en apportant une extrême précision dans l'exécution des travaux qu'exigent et la recherche de ces eaux et l'enfoncement des coffres à l'aide desquels on isole les masses de sables mouvans qu'on rencontre à chaque instant dans la percement des fontaines jaillissantes

Pour faciliter l'introduction de ces coffres dans les dif-

rentes couches superposées à celles du calcaire, qui seules renferment les eaux dont sont alimentées ces fontaines, on sent qu'il faut que les trous de sonde soient faits avec une grande régularité, et que leur axe soit surtout parfaitement vertical. Il est donc d'abord nécessaire, avant de faire connaître les moyens qu'il faut employer pour arriver à ce but, de décrire avec détail toutes les parties de la sonde, ainsi que les différens instrumens que l'on doit y adapter pour traverser les terrains dont nous nous sommes spécialement occupés dans les deux chapitres précédens.

Description de la sonde du fontenier

§ 20. La sonde qu'emploie le fontenier est, comme celle du mineur, composée de trois parties principales : *la tête*, *la tige* et *les outils*. Plusieurs autres pièces, que l'on comprend sous la dénomination de pièces accessoires, servent en outre à la manœuvrer.

Longueur de la tête de la sonde.

§ 21. La tête est formée d'une barre de fer longue de 6 pieds (1,m9744) et de quinze lignes (0,m034) d'équarrissage. L'une de ses extrémités se termine par un anneau *abc* (*fig.* 9, *Pl. VI*), et l'autre par un enfourchement dont les *fig.* 9 et 10′, font connaître et la forme et les dimensions (*).

(*) Nous avons cru convenable de joindre aux mesures exprimées suivant le système métrique celles qui leur correspondent dans l'ancien, afin de satisfaire les personnes qui désireront consulter cet ouvrage et qui pourront être plus familiarisées avec l'un de ces systèmes qu'avec l'autre.

On peut cependant se dispenser de faire usage de cette tête, et nous ferons voir qu'il suffit, lorsqu'on a besoin d'allonger la tige de la sonde, de suspendre la partie supérieure d'une barre à l'étrier ou clou tournant qui tient immédiatement au câble, et de la joindre par son extrémité inférieure, à l'aide de boulons et d'écrous, à cette tige. Lorsqu'on veut d'ailleurs remonter toute la sonde, il faut nécessairement désassembler les unes après les autres les différentes parties qui la composent; et comme on est toujours obligé d'attacher au câble de l'engin, avant de les élever, les barres qui restent suspendues dans le trou que l'on a foré, il s'ensuit que la tête de la sonde devient inutile.

Longueur des tiges et description de leur assemblage

§ 22. La tige est composée d'un nombre indéterminé de barres qui, de même que la tête, ont 15 lignes (0m,034) d'équarrissage, et 10 à 12 pieds (3,m248) à (3,m898) de longueur, en y comprenant les enfourchemens mâles et femelles qui sont aux deux extrémités. L'une de ces barres est représentée, vue sur deux faces, par la *fig.* 11 et 12, *Pl. VI*.

Comme la partie supérieure et inférieure de toutes ces barres est terminée de la même manière, on peut alors, à l'aide de vis et d'écrous, les assembler les unes avec les autres, sans qu'on ait besoin de leur assigner un rang déterminé. Les *fig.* 13 et 14 présentent deux barres assemblées, et indiquent les positions respectives des écrous et des vis qui les réunissent.

On donne ordinairement 10 à 12 pieds (3,m248) à (3,m898) de longueur à ces barres, afin de pouvoir facilement les transporter d'un lieu à un autre; mais si la sonde devait toujours être employée dans les mêmes lieux, il serait préférable de leur donner une longueur de 15 à 18 pieds (4,m871) à (5,m847), afin d'économiser le temps dans le travail du sondage, et de diminuer les frais de confection de la sonde, qui sont d'autant plus grands que le nombre des moufles est plus considérable. (On appelle *moufle d'une sonde* la partie *ab*, *fig* 13 et 14, suivant laquelle deux barres se réunissent.)

Dans les assemblages ordinaires, les faces sur lesquelles s'appuient les têtes des boulons et les écrous qui les retiennent, sont terminées par des lignes droites, mais il vaut mieux qu'elles soient ondulées comme l'indiquent les *fig* 121, 124 et 125, de la *Pl XIX*, qui représentent les parties mâles et femelles d'une moufle, dessinées sur une plus grande échelle que celle de la *Pl VI*. Cette ondulation résulte de ce que, pour former les trous des moufles, on n'enlève aucune parcelle de fer, et qu'ils sont pratiqués à l'aide d'une langue de carpe qui, repoussant du part et d'autre, sans les couper, les fibres de fer, ne fait naître aucune solution de continuité dans ces fibres. De cette manière, les barres présentent une résistance à peu près égale à celle qu'elles avaient avant qu'on ne les eût percées.

Comme il est nécessaire que les boulons ne puissent avoir aucun mouvement lorsqu'une barre est assemblée avec celle qui lui correspond, il est bon de leur donner

une forme analogue à celle des *fig.* 126 et 127, *Pl. XIX.* Ces boulons sont cylindriques depuis *f* jusqu'en *e*, et sont terminés par deux biseaux qui exigent non-seulement que la branche mâle d'une mouffle, *fig.* 123, soit percée de trous cylindriques comme en *n*, *m*, mais encore que les ouvertures de la branche femelle soient différentes sur les deux faces, et qu'elles aient la forme que représentent les *fig.* 124 et 125.

En disposant ainsi les mouffles, et en fixant les barres les unes aux autres par trois boulons, on sera certain que la sonde résistera à de très grands efforts. Ordinairement ces barres ne sont réunies que par deux boulons, mais l'expérience nous a prouvé que, dans ce cas, l'assemblage ne présente pas un caractère parfait de solidité, comme celui qu'offrent les mouffles que nous venons de décrire. Il est aussi très essentiel de n'employer que des barres parfaitement calibrées, et il faut avoir soin, lorsqu'elles présentent des défectuosités, ce qui arrive souvent, de les faire corroyer.

Description des étriers propres à suspendre la tête de la sonde ou les tiges au câble d'une chèvre ou d'un engin.

§ 23. Lorsque la tête et les barres sont assemblées, on emploie, pour les suspendre au câble d'une chèvre ou d'un engin, un anneau *abc*, *fig.* 15, terminé par une tige qui traverse une pièce de fer en forme d'étrier, dans laquelle s'adaptent, comme dans la partie d'une mouffle femelle, les barres de sonde, à l'aide d'un ou de deux boulons. Cette pièce, que le *fig.* 17 représente en plan, tourne sur son axe à l'aide du clou *pq*, *fig.* 15, et pour

que ce mouvement de rotation s'opère facilement, il est bon de faire souder deux petites rondelles d'acier *go* et *pq*, *fig.* 15, l'une *go*, à la pièce *def*, et l'autre *pq*, à la tête du clou *pnq*. Sans cette précaution, le câble, lorsqu'il est fortement tendu, ne tournerait qu'avec une extrême difficulté, et comme il doit nécessairement se détordre lorsqu'on fait agir utilement la manivelle, c'est-à-dire lorsqu'on enfonce la sonde, il s'ensuit que plus il a de résistance à vaincre pour se remettre dans sa position naturelle, plus il doit s'user facilement.

Description de la manivelle du sondeur fontenier. Son emploi pour imprimer un mouvement de rotation à la sonde.

§ 24. Lorsque cette sonde est suspendue au câble *g*, *fig.* 15 et 16, et qu'on veut lui imprimer un mouvement de rotation, on se sert ordinairement d'une manivelle en bois, mais quel que soit le soin que l'on apporte à sa construction, il est presque impossible de ne pas la mettre au rebut lorsqu'on s'en est servi quelque temps, parce que les coups de maillets que l'on frappe à chaque instant sur la coin qui sert à serrer la tige de sonde dans le trou de cette manivelle, finissent presque toujours par la faire fendre. Il est donc bien préférable de la construire en fer, afin qu'elle puisse résister aux efforts qu'on lui fait éprouver. Les *fig.* 18 et 19 de la *Pl. VI*, en représentent une de ce genre, au milieu de laquelle on a pratiqué une ouverture *ab* pour donner entrée à la tige de sonde, que l'on place ensuite dans

la partie rectangulaire *on*. Cette tige y est maintenue d'une manière invariable par un coin de bois *de*, *fig.* 19, qui glisse suivant le plan incliné *fq*, *fig.* 18 et 19. La longueur totale de cette manivelle doit être de 6 pieds (0,m949), environ, afin que six ou sept ouvriers puissent, en la manœuvrant, retirer les outils des terrains dans lesquels ils se sont fortement engagés.

Lorsqu'on est parvenu à une grande profondeur, et que l'on doit traverser des roches tenaces et récalcitrantes, il devient indispensable de faire agir la sonde par percussion, dans ce cas, la manivelle dont nous venons de parler, doit être, pour la facilité du travail, remplacée par une autre, que l'on peut construire en bois, et à laquelle il convient de donner quatre bras, mais comme ils ne pourraient pas faire partie d'une même pièce, on en ajuste deux au corps de cette manivelle, à l'aide de quatre bandes de fer, qui se croisent deux à deux à angle droit, et qui y sont fixées au moyen de vis et d'écrous. Ces bandes, ainsi que le corps de la manivelle, sont traversés par une tige de fer de 15 lignes (0m034) d'équarrissage, et de 3 pieds 6 pouces (1m137) environ de longueur, laquelle est ajustée d'une manière invariable à cette manivelle. La partie supérieure de cette tige, dont la longueur est de 1 pied (0m134) environ, entre dans l'épaisseur d'un anneau, et est terminée par une tête de clou semblable à celle *pq*, *fig.* 15, afin que la manivelle puisse tourner facilement sans que l'anneau participe de ce mouvement. La partie inférieure de la tige, c'est-à-dire celle qui est au-dessous du corps de la manivelle, présente à son extré-

mité, comme les tiges partielles de sonde, une partie femelle d'une mouffe, afin de pouvoir s'adapter facilement à ces tiges. Cette manivelle, ainsi que nous la ferons voir plus loin, offre, lorsqu'on l'emploie, une grande facilité pour manœuvrer la sonde, et contribue puissamment à accélérer le travail.

Nous avons fait construire plusieurs de ces manivelles, et nous avons constamment donné à la partie du milieu, qui en forme la masse la plus épaisse, 4 pouces (0,m108) d'équarrissage, et 1 pied (0,m325) de longueur. Quant à la longueur des bras, nous avons reconnu qu'elle ne devait pas être pour chacun, de plus de 18 à 20 pouces (0,m541) à (0,m546), parce que ces manivelles ne sont point destinées à imprimer un mouvement de rotation aux tiges de sonde auxquelles elles sont adaptées.

Classification des instrumens ou des outils qui doivent faire partie de la sonde du fontenier.

§ 25. Les instrumens ou les outils qui doivent être adaptés à l'extrémité de la tige de la sonde du fontenier sont très variés, mais quelle que soit leur diversité, ils peuvent néanmoins être compris dans cinq classes, que l'on distingue les unes des autres d'après les différentes couches de terrains que l'on rencontre le plus généralement dans le percement des fontaines jaillissantes.

La première classe comprend ceux dont on se sert pour traverser des couches de terre végétale et quelques terres argileuses peu collantes.

Digitized by Google

La seconde classe, ceux qui servent à traverser des couches très argileuses et très compactes, ainsi que les masses de calcaire crayeux qui contiennent les eaux qu'on cherche à se procurer.

La troisième, ceux avec lesquels on peut traverser et retirer les cailloux roulés, que l'on rencontre souvent par couches assez régulières dans les terrains qui recouvrent les roches crayeuses.

La quatrième comprend ceux qui attaquent les masses de grès ou autres roches récalcitrantes qu'on rencontre accidentellement, et qu'il faut traverser lorsque leur étendue ne permet pas de les briser.

Enfin, la cinquième classe comprend ceux qui sont employés pour traverser les couches de sables mouvans dont les molécules n'ont aucune espèce d'adhérence entre elles, ou au moins qui n'en ont qu'une si faible, qu'il serait impossible de les ramener au jour avec les instrumens compris dans la première classe.

Nous avons cherché, dans nos dessins, à disposer les instrumens de sondage d'après l'ordre que nous venons d'établir entre les classes dans lesquelles ils sont compris, mais comme quelques-uns d'entre eux peuvent être employés dans des terrains de différentes natures, il s'ensuit que cet ordre n'a pu être aussi régulier que nous l'aurions désiré. C'est au reste un léger inconvénient qui ne peut nuire en rien à la clarté que nous tâcherons de mettre dans la description de ces instrumens.

Première classe Tarières. Leur description.

§ 26 Les tarieres comprises dans la première classe des instrumens du sondeur fontenier ont différentes dimensions, mais toutes ont à peu près les mêmes formes. Les plus petites ont ordinairement 4 pouces (0,ᵐ108) de diamètre, et les plus grandes 14 à 15 pouces (0,ᵐ379) à (0,ᵐ406). Celle représentée en plan, en élévation et en profil dans les *figs.* 22, 23, 24 (*Pl. VII*), a 8 pouces (0,ᵐ217) de diamètre. Les plus grandes tarières sont quelquefois entourées de trois cercles de fer sur leur hauteur, afin que les substances terreuses qui s'y introduisent ne puissent en occasioner l'élargissement, et par conséquent la destruction. Toutes sont formées de tôle très épaisse, et la partie supérieure de quelques-unes en est souvent recouverte, afin que l'eau, au milieu de laquelle on les ramène, ne puisse pas délayer et faire retomber au fond du trou les substances dont elles sont chargées. Ces tarieres sont toujours employées dans les terres végétales, dans les argiles terreuses et peu collantes, et comme elles ont des dimensions différentes, on les emploie les unes après les autres jusqu'à ce que le trou de sonde ait une largeur convenable. Elles produisent en même temps les effets de cuillers, puisqu'elles ramènent au jour les substances dans lesquelles elles se sont enfoncées.

Souvent on préfère se servir, pour commencer le trou de sonde, de tarières coniques semblables à celle que représentent en plan et en élévation les *fig.* 128, 129 et 130

de la *Pl. XIX*. Elles sont formées de plusieurs parties de tôle forte réunies par des clous rivés. La pièce principale *d* est presque toute en acier, et elle est fixée à la partie *c* à l'aide de boulons à tête perdue, et d'écrous qui sont placés dans l'intérieur de ces tarières. Lorsqu'on s'en est servi, on peut leur en substituer d'autres de forme cylindrique, d'un diamètre un peu plus grand.

Les tarières coniques sont difficiles à bien faire, et coûtent cher. Celle que représentent les *fig.* 128, 129 et 130, doit peser 26 kilogrammes, et doit coûter au moins 80 francs. Au reste, nous reviendrons sur le prix de ces tarières lorsque nous nous occuperons du devis général d'une sonde.

Deuxième classe. Instrumens que l'on emploie dans les argiles collantes.

§ 27. Lorsque les argiles deviennent plus dures ou plus collantes, on remplace les tarières ou cuillers que nous venons de décrire par d'autres semblables à celle que représentent les *fig.* 25, 26 et 27, *Pl. VII*, dont la largeur varie depuis 2 pouces 6 lignes (0,m068) jusqu'à 4 pouces (0,m108). Lorsque le trou formé par une de ces tarières est très régulier, on se sert alors de celle dont on voit les formes et les dimensions dans les *fig.* 28, 29 et 30, et dont le diamètre est déterminé d'après la nature des terrains que l'on doit traverser. En général, leur plus grand diamètre ne surpasse pas 6 pouces (0,m162). A celle-ci, on fait succéder l'instrument représenté par les

fig. 31, 32 et 33, qui, en raison de sa forme, pénètre très facilement dans les argiles. Lorsqu'on le tourne au milieu d'elles, il les entame et les divise tellement dans tous les sens, qu'elles se collent non-seulement aux deux branches *a* et *b*, dont elles remplissent souvent l'intérieur, mais encore tout autour de la tige *cd*. Cet instrument est fréquemment employé par le sondeur fontenier.

On se sert également, dans les calcaires crayeux, de tarières semblables à celles que nous venons de décrire, et dont les largeurs varient depuis 2 pouces et demi (0m,068), jusqu'à 6 pouces (0m,162). Il faut toujours avoir soin que leur plus grande largeur soit à la jonction de la partie cylindrique avec la mèche, et comme c'est cette partie qui éprouve le frottement le plus considérable, il est nécessaire de la garnir d'acier. Ces tarières doivent, à partir de cette jonction, diminuer peu à peu de diamètre jusqu'à la tige, afin qu'on puisse les manœuvrer facilement dans le trou de sonde. Le plan de leur mèche doit avoir une certaine inclinaison, parce que s'il était presque horizontal, elles auraient trop de tendance à s'engager dans les terrains qu'on aurait à traverser, et il serait très difficile de les remener au jour.

Couches de sables. Ne peuvent être traversées qu'à l'aide de coffres. Description d'un instrument qui facilite l'introduction de ces coffres dans les couches argileuses.

§ 28. Lorsque des sables se trouvent au-dessous de couches argileuses, comme on en remarque dans le terrain

que représente la *Pl. IV*, on ne peut les traverser qu'à l'aide de coffres, dont nous ferons connaître la construction dans le chapitre suivant, mais comme avant ils doivent passer au milieu des terrains compactes dont ces sables sont recouverts, leur enfoncement exige que l'on se serve d'un instrument *mn* à peu près de même forme que le précédent, et dont la largeur est de 13 à 14 pouces (0m,352) à (0m,379). Les quatre branches *a*, *b*, *c*, *d*, dont il est composé, sont formées de surfaces gauches faciles à construire, d'après les projections horizontales et verticales que nous avons représentées dans la *Pl. VII* par les *fig.* 34, 35 et 36. Le diamètre de cet instrument est toujours plus grand que le côté du coffre que l'on doit enfoncer, afin qu'il puisse remuer et diviser l'argile sur une largeur à peu près égale au cercle qui serait circonscrit à ce coffre. Lorsque l'on veut s'en servir, on le descend dans la diagonale de ce même coffre, et on le fait entrer facilement dans la couche argileuse, en lui imprimant, à l'aide de la tige de la sonde, un mouvement de rotation. Pour le remonter, on fait bander le câble auquel la sonde est attachée, et quoique cet instrument soit toujours engagé sous le coffre, on peut néanmoins le faire tourner et le ramener dans la position qu'il avait en descendant : or, comme le câble est toujours fortement tendu, aussitôt que l'instrument se trouve dans le plan de la diagonale du coffre, il se dégage facilement. En revenant au jour, il ne rapporte ordinairement que peu d'argile, mais comme il la fait tomber dans le fond du trou déjà pratiqué à l'aide des instruments ci-dessus décrits, on peut alors le retirer

sans difficulté, et l'on remarque qu'en le faisant agir à plusieurs reprises, il doit faciliter l'introduction des coffres dans les masses argileuses.

Description d'un instrument terminé par une langue de serpent

§ 29. Quelquefois, après s'être servi de l'instrument en cœur, *fig.* 31, 32, 33, et avant d'employer celui dont nous venons de nous occuper, on se sert de celui représenté dans la *Pl. VIII* par les *fig.* 37, 38 et 39, dont les deux dernières indiquent les coupes faites en *ab* et *cd*.

Tous les instrumens précédens sont compris dans la deuxième classe.

Troisième classe. Description de deux instrumens, connus, l'un sous le nom de hardi, *l'autre sous celui de* double tire-bourre. *Leur usage.*

§ 30. Lorsque l'on tombe sur des bancs de cailloux, il est nécessaire pour les traverser d'employer d'autres instrumens : si ces cailloux sont serrés les uns contre les autres, on se sert d'abord de celui nommé *perçoir* ou *hardi*, représenté par les *fig.* 40, 41 et 42. Le plan *fig.* 42, en est pris suivant la ligne *mn*, et la *fig.* 41 le représente vu suivant la ligne *gh*. On lui donne de très fortes dimensions, afin qu'il puisse vaincre les résistances qu'il rencontre. Lorsqu'on le retire, les cailloux tombent dans le trou qu'il a formé, mais alors, comme ils sont moins pressés qu'ils ne

l'étaient avant, on peut introduire au milieu d'eux le *double tire-bourre*, *fig.* 41, à l'aide duquel on les ramène au jour. En s'intercalant dans les branches de cet instrument, ils rendent souvent nul l'effort de quatre ouvriers placés à la manivelle, et arrêtent tout-à-coup l'opération. Dans ce cas, pour le dégager, on fait bander le câble, et tandis qu'on relève doucement la tige, on fait tourner la manivelle en sens contraire, puis on la manœuvre comme à l'ordinaire, en lâchant peu à peu ce câble. Par ce moyen, on parvient presque toujours à dégager l'instrument, et à briser les cailloux qui l'entourent, quelquefois, avant de se servir du *double tire-bourre*, on les brise en employant l'un des ciseaux représentés dans les *fig.* (46, 47, 48), (49 50) et (51, 52). Le *hardi* et le *double tire-bourre* sont compris dans la troisième classe.

On substitue souvent au double tire-bourre, un tire-bourre simple, et il faut que l'hélice qui la forme ait au moins 1 pouce (0,^{m}027) d'épaisseur, afin que lorsqu'il se trouve engagé, on puisse, sans le déformer, le ramener au jour. En général, il faut que les branches de ces tire-bourres soient presque entièrement en acier.

Quatrième classe. Ciseaux.

§ 31. La quatrième classe comprend tous les ciseaux que nous venons de désigner, on les emploie pour attaquer les substances récalcitrantes, et s'ils sont trempés à un point convenable, on peut, avec leur secours, percer les marbres, les grès, les silex, etc. Il faut, en général, que

les plens qui les terminent ne forment pas entre eux un angle trop aigu, afin que ces outils présentent une grande résistance Ils sont ou simples ou croisés, les premiers font un trou moins cylindrique que les derniers, auxquels on donne le nom de bonnet carré, mais ils sont d'un moins difficile entretien Nous avons représenté un de ces bonnets carrés par la *fig* 45, et l'on voit que sa forme est celle d'un cylindre dont la partie inférieure se termine par quetre pans réunis deux à deux, suivant des arêtes qui se coupent à angle droit Ces ciseaux font un trou d'une grande régularité, et ne s'engagent pas comme les ciseaux simples On pourrait éviter l'inconvénient que présentent ceux-ci, en leur donnant aussi une forme cylindrique, et en les terminant par un biseau

Pour se servir avec succès de ces différens instrumens, il faut d abord soulever la tige de la sonde à laquelle ils sont adeptés, ensuite la laisser retomber, en ayant soin de la tourner d'un sixième de circonférence, à l'aide de la manivelle, puis la soulever et la faire retomber de nouveau, afin de réduire en poussière les roches que l'on veut traverser Le promptitude du travail dépend du nombre de coups de la sonde, et l'on ne saurait trop les multiplier, mais le manœuvre qu'elle exige devient dans ce cas très pénible pour les ouvriers qui sont e la manivelle, et le fatigue qu'ils éprouvent les force de se reposer souvent Lorsque le trou est très profond, et qu'ils ne peuvent plus continuer cette manœuvre, on se sert alors d'un levier qui passe à travers une pièce de bois verticale située près de ce trou, et avec l'une de ses extrémités, on soulève la

tige de la sonde à l'aide d'un anneau de fer qu'on y adapte, et que des coins maintiennent dans une position fixe. Mais comme les coups ne sont pas très multipliés lorsque le poids de la sonde est considérable, puisqu'il faut que l'un des bras de ce levier soit très grand, relativement à la distance qui sépare son point de suspension de la sonde, le travail se fait alors très lentement, et l'on est obligé d'employer d'autres moyens : nous les ferons connaître dans le quatrième chapitre de cet ouvrage, et l'on verra qu'ils rendent le travail des ouvriers bien moins pénible, et abrégent de beaucoup les opérations de percement. Ces moyens sont simples et faciles à mettre en usage, et permettent de manœuvrer et de faire agir la sonde, lors même qu'elle aurait déjà atteint une grande profondeur, sur des masses de roches considérables, quelle que soit d'ailleurs leur dureté.

Souvent, à l'aide de ciseaux très obtus, on parvient à briser entièrement les pierres que l'on rencontre, parce qu'elles sont d'un faible volume, ou bien on les traverse comme nous venons de le dire. Cependant, s'il s'en présentait dans lesquelles il fallût pratiquer une ouverture égale à la largeur du coffre que l'on doit enfoncer, il faudrait alors employer des ciseaux qui auraient des diamètres de plus en plus grands, et qui seraient terminés par deux chanfreins qui formeraient entre eux une espèce de V. Ces ciseaux n'agiraient que sur la partie supérieure de ces chanfreins, parce que le sommet de l'angle qu'ils présenteraient serait constamment dans le trou qu'on aurait formé sur un petit diamètre. On pourrait encore

se servir d'un instrument composé d'un cylindre de fer de 4 pouces (0m,108) de diamètre, de 2 pieds (0m,650) de hauteur, et dont la partie supérieure serait surmontée d'une tige, pour qu'il pût s'adapter à la barre de la sonde. Vers le milieu de la hauteur de ce cylindre, partiraient deux plaques de fer en forme d'ailes, qui se termineraient par une ligne horizontale, laquelle entrerait dans une rainure pratiquée au milieu de la tête de deux ciseaux que l'on fixerait à ces ailes, à l'aide de vis et d'écrous. Comme ces ciseaux seraient adoptés de chaque côté du cylindre en fer, ils perceraient, en leur donnant à chacun 4 pouces (0m,108) de largeur, un trou de 12 pouces (0m,325). Ce cylindre se prolongerait au-dessous d'eux, afin d'entrer dans le trou déjà formé, et auquel on donnerait une assez grande profondeur pour qu'en manœuvrant la tige de la sonde, la partie inférieure de l'instrument que nous décrivons ici ne pût en sortir. Comme on n'a presque jamais senti la nécessité d'en employer un de ce genre, nous avons cru pouvoir nous dispenser d'en donner les dessins; et en effet à jusqu'à présent on n'en a pas construit d'analognes, c'est une preuve que l'on a pu briser les masses de roches récalcitrantes qui s'opposaient au passage des coffres. Cependant, nous avons pensé qu'il convenait de dire comment on pourrait s'y prendre pour les traverser dans le cas où elles auraient de grandes dimensions.

Description des instrumens qui portent le nom de trépans. Différentes circonstances dans lesquelles il faut les employer.

§ 32. Quelquefois on rencontre, lorsqu'on approche du calcaire, des argiles d'une grande dureté, et qui ne se laissent que très difficilement entamer. Dans ce cas, on se sert, pour commencer le trou de sonde, de différens instrumens que l'on nomme *trépans*. Ceux que l'on emploie ordinairement sont représentés en élévation, en profil et en plan par les *fig.* (53, 54), (55, 56), (57, 58 et 59). Lorsqu'ils ont pratiqué dans ces argiles un trou d'un diamètre égal au leur, on se sert alors des instrumens représentés dans la *Pl. VII* par les *fig.* (23, 25, 26), (28, 29 et 30), auxquels on donne des dimensions un peu plus grandes, afin de pouvoir élargir le trou de sonde et lui donner le diamètre qu'on désire. On se sert aussi de trépans dans les calcaires crayeux durs et homogènes, et lorsqu'ils ont formé un trou cylindrique égal à leur diamètre, il n'est plus nécessaire de l'augmenter, puisque les coffres et les buses n'entrent jamais, comme nous le verrons, dans ces calcaires.

Les trépans semblables à celui que représentent les *fig.* 57, 58 et 59, *Pl. VIII*, et dont la largeur varie entre 3 pouces (0m,081), et 7 pouces (0m,189), n'agissant dans les calcaires crayeux qu'ils ne traversent pour ainsi dire qu'en broutant, ils ne peuvent produire des effets aussi prompts que l'instrument que représentent les

fig. 131 et 132, *Pl. XIX*, et qui porte le nom de *trépan rubané*.

Pour le confectionner, on prend une bande de fer de 4 pouces (m,108) de largeur moyenne, de 2 pieds (m,65) de longueur, et que l'on forge de manière à ce qu'elle soit terminée suivant deux crêtes longitudinales, par deux biseaux opposés, et réunis par leur extrémité inférieure. On étire ensuite un barreau d'acier auquel on donne la forme d'une languelette de couteau fort épaisse, et que l'on plie au moyen d'une entaille pratiquée sur le milieu de la face opposée à l'arête tranchante que l'on a forgée, jusqu'à ce que les deux parties de cette lame puissent s'appliquer sur les extrémités longitudinales de la bande de fer dont se compose le corps de l'instrument, et que l'on a préalablement feudue à sa partie inférieure, pour que le sommet de l'angle que forment entre elles les deux parties forgées du barreau d'acier puisse s'y introduire. On soude ensuite le tout, et pour que cet instrument acquière une forme hélicoïde, on le fait rougir en *do*, et après l'avoir fixé à l'aide d'un étau, dans une position horizontale, en le serrant en *mg*, *fig.* 120, *Pl. XIX*, on lui imprime, depuis le point *n* jusqu'en *d*, au moyen d'une forte barre au milieu de laquelle existe une ouverture rectangulaire pour recevoir la tige *pq*, un mouvement de torsion qui fait acquérir à la partie *do* la forme hélicoïde. On recommence cette opération jusqu'à ce que cet instrument soit confectionné comme celui que représente la *fig.* 120.

Comme cet outil est d'une difficile exécution, et qu'il faut prendre beaucoup de précautions pour que l'acier qui

le compose ne se gerce pas, on ne doit l'employer que lorsque les calcaires crayeux sont purs et homogènes, parce qu'une fois endommagé, on ne peut la réparer qu'en le redressant et le tordant de nouveau, et l'on sent que dans ces différentes opérations, l'acier doit se détériorer de plus en plus

Comme cet instrument, d'après sa forme, agit d'une manière analogue aux tarières, il est alors essentiel que la surface hélicoïde qu'il présente fasse un angle assez ouvert avec un plan horizontal, afin qu'il ne s'engage pas trop, et que les ouvriers puissent le manœuvrer facilement

Lorsqu'un trou de sonde a atteint une certaine profondeur, il arrive souvent qu'il se détache de ses parois quelques parcelles de substances terreuses ou pierreuses Dans ce cas, on doit, surtout lorsqu'on se détermine à remplacer les buses de bois de 7 pouces 6 lignes (0m,203) de diamètre, à l'aide desquelles on isole des terrains environnans les eaux qui proviennent du calcaire crayeux, par des tuyaux de tôle qui n'exigent qu'un trou de 3 pouces et demi (0m,095), rendre ce trou parfaitement cylindrique Pour y parvenir, on se sert d'un instrument que l'on appelle *alésoir*, et que représentent en plan et en élévation, les *fig* 60, 61 et 62, *Pl VIII* Cet instrument, dont le diamètre va sans cesse en diminuant, depuis la ligne *ab* jusqu'à celle *cd*, *fig* 60, est formé de plans qui, par leur différente inclinaison, donnent naissance à six arêtes saillantes et à autant d'angles rentrans. Ces arêtes saillantes, qui se terminent à la

petite pyramide hexagonale *cgd*, que présente la partie inférieure de cet alésoir, agissant successivement sur les parois du trou de sonde, en font disparaître entièrement les inégalités, et permettent de lui donner une forme propre à recevoir les tuyaux cylindriques de tôle qu'on désire y introduire.

Utilité de verser de l'eau au fond du trou de sonde pour conserver les outils.

§ 33. Toutes les fois que les terrains à traverser seront durs et ne contiendront point d'eau, il faudra toujours avoir soin d'en répandre de temps en temps au fond du trou de sonde, afin que les instrumens ne s'échauffent pas. Sans cette précaution, ils se détremperaient et se détruiraient facilement.

Cuiller.

§ 34. Dans le cas où les matières délayées au fond du trou de sonde par l'eau qu'on y verserait, ne pourraient point être ramenées au jour, soit avec une tarière, soit avec l'instrument représenté par les *fig.* 25, 26, 27, *Pl. VII*, il faudrait alors se servir d'une cuiller, qui ne différerait d'une tarière que parce qu'au lieu d'être ouverte, comme celle-ci, sur toute sa hauteur, elle ne commencerait à l'être qu'à 5 pouces (0,m135) au-dessus de son extrémité inférieure.

Nous ferons ici mention d'un instrument qui, quoique

n'étant point compris au nombre de ceux que l'on emploie pour traverser les terrains qui recouvrent les eaux qu'on cherche à faire jaillir à la surface du sol, ne mérite cependant pas moins d'être connu. On peut, en s'en servant, apprécier facilement la nature des eaux que l'on a rencontrées à différens niveaux, puisqu'il les ramene au jour sans qu'elles soient mélangées avec celles qui leur sont supérieures.

Cet instrument, que l'on construit en cuivre, est représenté en coupe et en élévation par les *fig.* 133 et 134, *Pl. XIX*. Il est d'une forme cylindrique, et ses extrémités supérieure et inférieure sont terminées par des surfaces sphériques.

Il est composé de cinq parties, qui sont désignées par les lettres *a*, *n*, *m*, *p*, *q*. La partie *a* est un cylindre de cuivre d'une épaisseur de 2 lignes (0,005), et d'un diamètre de 1 pouce 8 lignes (0m,045). La partie *n* est surmontée d'un anneau de fer ou de cuivre, qui permet de suspendre cet instrument à une corde. Les deux parties *p* et *q* garnies chacune d'une soupape à coquille fort légère dont la queue se meut dans une traverse horizontale de cuivre, se vissent aux extrémités du cylindre *a*. Les parties *n* et *m*, qui les recouvrent, étant percées de trous, il s'ensuit que lorsqu'on commence à descendre l'instrument, l'eau s'introduit de suite dans son intérieur par ces trous ainsi que par les deux soupapes qui s'élevent en même temps, et comme elles restent constamment ouvertes lorsque cet instrument descend, elles livrent à l'eau un libre passage au milieu du cylindre *a*; mais si l'on retient la corde à la-

quelle il est suspendu, les deux soupapes se ferment, et elles ne permettent plus à l'eau qui le remplit de s'échapper; on peut donc, en le ramenant au jour, examiner les eaux que contient le trou de sonde, et qui sont situées à des profondeurs plus ou moins grandes au-dessous de la surface du sol

Cinquième classe. Description et manière de se servir des instrumens qu'elle comprend

§ 35. Les instrumens que nous comprenons dans la cinquième classe sont au nombre de deux, encore le second n'a-t-il été mis en usage qu'à Calais par M. *de Bellonnet*, officier du génie, de beaucoup de mérite, chargé d'établir une fontaine dans la citadelle de cette ville. Cet instrument de son invention, et sur lequel il a bien voulu nous donner, ainsi que sur d'autres objets relatifs au sondage, de renseignemens précieux, lui a servi pour traverser des masses de sables mouvans, dont l'épaisseur est de 130 pieds (42^{m}) (*)

(*) Les travaux de sondage entrepris dans la citadelle de Calais ont été poursuivis jusqu'à la profondeur de 340 pieds (110^{m},50) dans des terrains de sable, d'argile et de craie. Ces sables, d'une épaisseur de 130 pieds (42^{m}), recouvrent des couches argileuses, épaisses elles-mêmes de 70 pieds (22^{m},739), au-dessous desquelles existent des masses de calcaire crayeux dont on n'a pas atteint les limites, quoique les travaux de sondage y aient été poursuivis jusqu'à la profondeur de 140 pieds environ (45^{m},50). A 260 pieds (84^{m},458) de la surface du sol, on a découvert des sources dont les eaux s'élèvent constamment à 250 pieds (81^{m},209) au-dessus de point

Lorsque les sables que l'on rencontre sont mélangés de terre, et que leurs molécules ont un peu d'adhérence, on

---

d'où elles jaillissent. Quant aux eaux saumâtres que l'on a constamment rencontrées dans le parcement de cette fontaine jusqu'au terrain secondaire, leur niveau a toujours été de 5 pieds (1m,624) au-dessous de celui des eaux du calcaire craïeux. Ces dernières, contre toute attente, ont malheureusement conservé, depuis leur découverte, un degré de salure qui s'oppose à ce qu'elles soient potables. Quelques personnes pensent que les eaux saumâtres communiquent avec celles de ce calcaire. Cependant la différence de niveau qui existe entre ces dernières et celles qui sont situées au-dessus des couches argileuses, peut faire naître quelques doutes à cet égard. Néanmoins, il n'est pas impossible, malgré toutes les précautions que M. de Bellonnet a prises pour éviter toute communication entre les eaux saumâtres et celles du calcaire, que les premières filtrent par une très petite ouverture le long de la paroi extérieure de la buse, et se mêlent avec celles des terrains craïeux, et que, par suite, la différence de niveau qui existe entre elles soit compensée par la différence de pesanteur spécifique que ces eaux présentent.

Considérés sous le rapport de l'art, les travaux de la fontaine de Calais mériteront toujours d'être cités, et s'ils n'avaient pas été poursuivis avec une grande persévérance, il est présumable que les nombreuses difficultés, dues à la pression d'une masse de sable aussi considérable que celle que l'on a traversée, les auraient fait abandonner. Un peu avant d'atteindre les argiles compactes, la partie inférieure de l'une des faces du coffre que l'on enfonçait ayant fléchi, et ayant été repoussée dans l'intérieur de ce même coffre, probablement par quelque pierre située dans les terrains adjacens, et qui n'aura pas conservé sa position primitive, on a été obligé de rendre à cette face du coffre une forme plane, afin de pouvoir, si l'on en reconnaissait la nécessité, descendre de nouveaux coffres dans l'intérieur du premier; mais le travail que l'on a exécuté à cet effet, a retardé de près d'un mois l'approfondissement du tuyau de sonde.

Pour couper les éclats de bois qui s'étaient formés dans l'une des planches dont se composait le premier coffre, et pour n'employer que la force

emploie pour les retirer l'instrument représenté en élévation et en profil par les *fig.* 63 et 65, *Pl. IX*. Il est formé, comme on voit, d'un entonnoir de tôle, au milieu duquel passe une tige *abc* terminée en hélice. A la partie supérieure, et en dedans du cône *cao*, existe un cercle de fer *gh*, sur lequel s'attache l'anse *mpn* fixée en p à la tige *abc*. En introduisant cet instrument au fond du trou préliminaire, il peut en remuer les substances dont les molécules ont trop peu de cohésion entre elles pour que les tarières puissent être employées à les retirer.

Lorsque ces sables sont, pour ainsi dire, fluides, on emploie l'instrument dont le plan et la coupe sont représentés par les *fig.* 66 et 67. Il n'a été mis en usage à Calais que lorsqu'on n'a pu vaincre, avec les instrumens que nous avons décrits, les difficultés qu'ont fait naître des couches de sables déjà traversées sur une épaisseur de

---

que pouvaient déployer directement les ouvriers qui manœuvraient la sonde, à l'extrémité de laquelle on avait adapté un couteau en forme de trapèze, d'une largeur égale à celle de ce coffre. M. de *Rothonnet* a fait ajouter à cette tige différentes pièces de bois d'un volume tel, qu'elle pût avoir une pesanteur spécifique à peu près égale à celle de l'eau salumâtre qui remplissait l'intérieur du coffre. Par ce moyen cette tige s'élevait à une hauteur de laquelle les ouvriers pouvaient la faire descendre rapidement, et sans employer d'autre force que celle de leurs bras. On est ainsi parvenu à vaincre l'obstacle qui s'était présenté, et à continuer l'approfondissement du trou de sonde jusqu'aux sources qui alimentent actuellement cette fontaine.

Les détails contenus dans cette note seront facilement compris lorsque l'on aura lu le quatrième chapitre de ce mémoire.

Digitized by Google

70 pieds (22^{m},739) (*La fig. 2, Pl. II, représente la coupe du terrain de la citadelle de Calais sur une hauteur de* 80 *pieds* (25^{m},987) *environ*.)

Cet instrument est composé d'une caisse de tôle rectangulaire *abcd*, dans laquelle existe un cylindre *lnkh* également de tôle, et fixé d'une manière invariable à cette caisse par les pièces *gggg* et par d'autres semblables, placées dans un plan perpendiculaire à celui qui contient celles que l'on voit dans la coupe, *fig.* 67. Dans le cylindre *lnkh* se meut facilement la tige de sonde, qui passe au milieu d'une ouverture circulaire *g'o'* pratiquée dans les deux anses attachées à la caisse *abcd*, ainsi que l'indiquent les *fig.* 66 et 67. Autour de la partie de la tige de sonde contenue dans ce cylindre s'enroule une surface hélicoïde *opqr*, qui se termine par une autre surface *xyz* qui lui est analogue, et qui produit l'effet d'une langue de serpent. A la partie supérieure de la tige de l'instrument, on adapte un anneau *m'n'*, dont le but est de s'opposer à l'enfoncement de cette tige au-dessous de l'ouverture *g'o'*. Le cylindre *lnkh* se prolonge au-delà de la caisse rectangulaire *abcd*, afin que la surface hélicoïde ne puisse en sortir lorsque l'anneau *m'n* se trouve en *g'o'*.

A la caisse *abcd* s'adapte un fond mobile *bnc*, qui s'y joint suivant les lignes projetées en *q'* et en *r'*, et qui s'applique contre les lames de tôle *v'x'* fixées sur les quatre faces de cette caisse. Le tout est assemblé d'une manière invariable par les vis et les écrous situés dans les quatre angles *ffff*.

Une rondelle de cuir *k'k'*, maintenue entre un petit

cercle de fer $a'a'$ adapte au cylindre, et le fond de la caisse, sert à empêcher le sable de s'écouler par l'ouverture circulaire qui existe entre le fond *brc* et le cylindre *lnhk* Cette ouverture est nécessaire pour que ce fond mobile puisse sortir par les points *nk* du cylindre

Pour mettre en jeu cet instrument, on le descend dans le coffre de manière à ce que la partie *nk* repose sur la surface du sable. Alors, en tournant et manœuvrant la tige de la sonde, on la force de s'enfoncer dans ce sable, tandis que la caisse n'éprouve aucun mouvement, puisque cette tige n'y est point fixée Lorsque l'anneau $m'n'$ est arrivé en $g'o'$, on opère, et seulement pour cette fois, une pression sur les anses K' et $\Gamma\Gamma$, ce que l'on fait facilement à l'aide de cet anneau, en tournant la tige de la sonde. Cette pression, quoique n'étant pas très forte, permet cependant à l'instrument, sans que les anses s'affaissent, de s'abaisser jusqu'à ce que la partie du cylindre située au-dessous de la caisse rectangulaire *abcd* se soit enfoncée dans le sable de la hauteur *rk* Lorsque cette caisse est dans une position fixe, on remonte alors la tige de la sonde jusqu'à ce que la partie supérieure de la surface hélicoïde soit parvenue en $g'o'$, et comme la caisse est toujours fixe, puisque la tige se meut facilement dans l'ouverture circulaire $g'o'$, la sable descend alors de cette surface hélicoïde, et tombe dans les compartimens $d'd'd'$ situés autour du cylindre *lnhk* On redescend ensuite la tige de la sonde, que l'on manœuvre de la même manière, et l'on remène une seconde fois, à l'aide de la surface hélicoïde, le sable qu'elle reprend dans le trou qu'elle avoit formé, parce qu'il est de

suite rempli. Après la grandeur de la caisse, douze descentes de tige suffisent pour le remplir. Lorsqu'elle ne peut plus en contenir, on la ramène au jour et on la vide par-dessous, en enlevant les écrous *tt* et le fond mobile *brc*.

Le principal avantage que présente cet instrument, c'est qu'il ramène en une seule fois un pied et demi cube ($51^{dm},4^{r}$) de sable, tandis qu'il faudrait descendre et remonter trois fois celui représenté par les *fig.* 63 et 65 pour en ramener au jour une égale quantité. Cependant si les molécules de ce sable avaient entre elles une légère adhérence, on ne pourrait pas se servir de l'instrument que nous venons de décrire, parce que le trou formé par la première descente de tige ne se remplissant plus, la surface hélicoïde ne pourrait alors produire aucun effet.

M. de Gargan, qui a dirigé le sondage dont nous avons parlé à la page 53, s'est servi avec beaucoup de succès, pour retirer les sables qui encombraient le trou de sonde, d'une cuiller cylindrique fermée par une soupape, elle était attachée à une corde de 6 à 7 lignes ($0^{m},014$) à ($0^{m},016$) de diamètre, et, en moins de cinq minutes, on pouvait la monter et la descendre à 300 pieds (100^{m}) environ, tandis qu'il aurait fallu plus d'une heure pour obtenir le même résultat avec la sonde.

Le cylindre dont est formée cette cuiller a 5 pieds ($1^{m},624$) de hauteur, 4 pouces ($0^{m},108$) de diamètre, et est fait avec des feuilles de fer-blanc soudées à l'étain. La partie inférieure est renforcée par un anneau de fer portant une soupape de tôle garnie d'une queue qui sert de

charnière, et qui tourne autour d'un clou horizontal fixé sur ce cylindre.

Lorsque cette cuiller, que l'on surmonte d'une tige de 4 à 5 pieds (1m,299) à (1,624), afin de lui donner plus de poids, est au bas du trou de sonde, on la soulève de 7 à 8 pieds (2m,274) à (2m,599), et on la laisse retomber subitement. Par cette manœuvre, que l'on recommence plusieurs fois avant de ramener au jour cette cuiller, on fait ouvrir la soupape, et le cylindre se remplit en partie de sable.

Nous nous sommes servis, mais dans des circonstances tout-à-fait différentes, d'une cuiller analogue à celle que nous venons de décrire, pour poursuivre l'approfondissement d'un trou de sonde, les terrains que nous avions à traverser, au lieu d'être de sables mouvans, étaient composés de couches d'un calcaire extrêmement dur, à structure cristalline. Lorsque nous avions fait agir pendant trois quarts d'heure, et par percussion, le ciseau qui était adapté à l'extrémité de la tige de sonde, nous la faisions remplacer par une cuiller cylindrique garnie d'une soupape qui ramenait fort bien, sous forme de bouillie, les parties de calcaire qui s'étaient détachées des masses sur lesquelles agissait ce ciseau.

Parties accessoires de la sonde

§ 36. Les parties accessoires de la sonde comprennent les étriers, la manivelle, la tourne-à-gauche, la barre de rotation, la clef d'arrêt, la curette pour vider les tarières, et les différens instrumens propres à retirer les tiges de sonde.

ed by Google

qui peuvent se casser dans les trous que l'on a pratiqués.

Comme nous avons déjà parlé des étriers et de la manivelle, nous ne nous en occuperons plus, et nous décrirons de suite les autres pièces accessoires.

Le tourne-à-gauche.

§ 37. Le tourne-à-gauche, représenté par la *fig.* 69, s'emploie peu, parce que la manivelle en remplit presque toujours les fonctions. Cependant, si l'on éprouvait de grandes difficultés à tourner la sonde, comme cela arrive lorsque le tire-bourre est engagé et retenu par des cailloux, on peut, dans ce cas, se servir de ce tourne-à-gauche, lequel, ayant un bras plus long que la manivelle, produit alors, à égalité de force, un plus grand effet. Il est formé d'une barre de fer dont l'une des extrémités est recourbée de manière à former une ouverture *abcd* de la même largeur *bc* que la tige de la sonde. Il faut avoir soin, lorsqu'on se sert de cet instrument et qu'on lui imprime un mouvement de rotation, de tenir la partie *mn* un peu inclinée relativement à l'axe de cette sonde, pour que cet instrument ne puisse pas glisser suivant ce même axe.

Lorsque l'on descend ou que l'on remonte la sonde, et qu'elle éprouve dans son trajet quelque arrêt, on la manœuvre avec deux clefs dont la forme est à peu près semblable à celle du tourne-à-gauche, *fig.* 69, mais leurs dimensions sont plus faibles. La branche la plus longue a 1 pied 6 pouces (0m,487) environ, et la plus courte 3 pouces (0m,081). L'épaisseur de chacune de ses branches est de 5 à 6 lignes (0m,811) à (0m,014). On se sert de ces

clefs en engageant la tige de la sonde dans l'ouverture rectangulaire qu'elles présentent, ce qui permet de tourner ou de soulever cette tige à volonté.

La barre de rotation.

§ 38. La barre de rotation est une pièce de bois que l'on introduit dans l'anneau de la tête de la sonde, et dont on se sert lorsque l'on commence l'opération du sondage, mais la manivelle y est toujours substituée avec avantage.

La clef d'arrêt.

§ 39. La clef d'arrêt peut servir pour suspendre la sonde dans le trou foré. Elle est représentée par la *fig.* 70. L'ouverture circulaire *ab* sert à recevoir un crochet que l'on adapte à l'extrémité d'une corde, dont on attache l'autre bout à un point fixe, un fauconneau, par exemple, de l'engin. La tige reste alors suspendue à l'aide de l'ouverture rectangulaire *qh* que porte cette clef, puisque le plan *nopr* est incliné par rapport à cette tige. Il est donc facile de s'en servir pour désassembler les différentes barres de la sonde, mais nous verrons qu'on peut encore remplir le même objet avec la manivelle.

*Instrumens connus sous le nom d'*arrache-sonde. *Leur emploi pour retirer des sondes cassées de l'intérieur de trous forés.*

§ 40. On ne peut se passer, dans un grand sondage, des différens instrumens connus sous le nom d'*arrache-*

Digitized by Google

sonde, et il faut les avoir presque tous, pour qu'on puisse, avec le secours des uns ou des autres, retirer du fond des trous les sondes qui se sont rompues Si la rupture s'est faite immédiatement au-dessus d'une mouffle, on se sert d'un arrache-sonde que l'on fait descendre dans le trou que l'on a pratiqué, et lorsque cette tige se trouve engagée dans cet instrument, on le fait remonter en tendant le câble jusqu'à la naissance de cette mouffle, qui ne lui permet pas de passer Si la rupture s'opère au milieu d'une des barres, et qu'on ne puisse pas descendre d'arrache-sonde au-dessous d'une mouffle, on se sert alors de ceux qui, en agissant à la manière des filières, transforment pour ainsi dire en vis la partie de la tige sur laquelle ils exercent leur action

Grand arrache-sonde

§ 41 Le premier arrache-sonde, représenté en plan et en élévation par les *fig.* 72 et 73, ne peut être employé, à cause de la grandeur du diamètre de la courbe *abo*, située à l'extrémité de la branche *cd*, que lorsque la tige s'est rompue dans le vide intérieur des coffres Pour s'en servir, on l'adapte à l'extrémité de la dernière barre de la tige de la sonde, et on le descend, à l'aide du câble, jusqu'à l'endroit où on veut le faire agir. On tourne alors peu à peu la partie de la sonde attachée à ce câble, et par ce mouvement on force la tige cassée à s'introduire par l'ouverture *ao* dans la courbe *abo*, et à se placer dans la partie *pq* Lorsqu'elle y est, on tend le câble, et comme la courbe *abo* est un peu inclinée par rapport à la branche

cd, il s'établit un frottement d'autant plus grand entre la tige cassée et cette courbe, que le câble est tendu avec plus de force, et que la branche *cd* fait un plus grand angle avec cette tige.

Cependant, comme cette inclinaison fait naître un frottement qui tend à rompre la tige de la sonde, nous pensons qu'il serait préférable que cet instrument agit verticalement. Dans ce cas, la partie *a, c, b*, *fig.* 72, *Pl. IX*, devrait être perpendiculaire à la ligne *d*, et puisqu'on ne se sert de cet instrument que pour prendre la tige un peu au-dessous de la mouffle, près de laquelle on suppose qu'existe la surface de rupture, il s'ensuit qu'en le remontant, il doit s'arrêter à cette mouffle, et par suite soulever la sonde pour la ramener au jour.

Lorsque les tiges ne sont que faiblement engagées, on peut, en ne se servant que du treuil et du câble, les retirer; mais si quelques cailloux se détachaient des parties supérieures du trou de sonde, il ne serait plus possible alors d'employer le câble seul. Nous ferons mention plus loin d'un moyen très puissant, à l'aide duquel on doit nécessairement les ramener au jour, à moins que la résistance qui s'oppose à ce qu'on les dégage, ne soit plus grande que celle qu'offrent à la rupture les barres de sonde elles-mêmes.

Petit arrache-sonde en forme d'étrier.

§ 42. Lorsque la tige se casse dans le calcaire crayeux par suite des silex pyromaques qui s'y rencontrent, ainsi que cela est arrivé dans un des sondages entrepris à Bleugel, et dont nous avons parlé dans la première partie de cet

ouvrage, on ne peut plus employer l'instrument précédent, puisque le trou qu'on fore dans ce calcaire au-dessous des buses, n'a que 3 pouces (0,081) de diamètre. On se sert alors de celui représenté par les *fig.* 74 et 75, composé d'une tige et d'une pièce de fer en forme de demi-collier, mobile autour de l'axe *ab*, et qui, ne pouvant se mouvoir qu'à frottement dur, reste dans la position inclinée qu'on lui donne. Lorsque cet instrument est descendu dans le trou de sonde on cherche (ce qui ne peut avoir lieu que par tâtonnemens), à faire entrer la tige cassée dans la partie *cd*. Lorsqu'elle est introduite on fait bander le câble, et comme par la tension qu'éprouve la partie de la tige qu'on peut manœuvrer, la pièce *gpq* s'incline de plus en plus, il s'ensuit qu'elle tient ou s'attache, pour ainsi dire, aux barreaux cassés, avec d'autant plus de force, que son inclinaison est plus grande.

Arrache-sonde en hélice.

§ 43. L'instrument représenté par la *fig.* 76 a la forme d'un tire-bourre. Son intérieur est un peu conique, afin que la tige de sonde rompue puisse facilement s'y engager, il est revêtu de deux surfaces courbes qui se réunissent suivant une arête *ab*, et qui font entre elles un angle obtus.

Lorsqu'il est engagé sur la partie supérieure de la tige de sonde, on lui imprime un mouvement de rotation, et il trace alors, sur cette barre en la pénétrant, une petite surface hélicoïde, mais comme dans cet outil le pas de vis est très grand, ou, ce qui revient au même, comme l'arête

intérieure *ab* est peu inclinée à l'horizon, il pourrait arriver qu'il glissât et qu'il abandonnât la tige de sonde, si elle exigeait un grand effort pour qu'on la remenât au jour. Cependant, on l'emploie avec avantage dans un grand nombre de cas.

Arrache-sonde portant le nom de cloche d'accrocheur.

§ 44. L'instrument représenté par la *fig.* 77, et qui porte le nom de *cloche d'accrocheur*, est sans contredit, lorsqu'il est exécuté convenablement, le meilleur de tous les arrache-sondes. Son intérieur conique et aceré est taraudé en filets de vis triangulaires *abc*, dont le pas doit être au moins de 2 lignes (0,"005), et dans lequel s'engage la tige cassée lorsqu'on imprime un mouvement de torsion à cet instrument.

Lorsqu'on doit s'en servir, il faut surtout avoir soin d'enduire toute sa surface intérieure d'huile ou d'un corps gras, afin qu'il puisse agir efficacement sur la tige de la sonde; sans cela cet instrument ne pourrait pas tracer la vis qu'il doit former, et les différentes parties de fer et d'acier qui sont en contact se gripperaient. Il faut également avoir soin que les ouvriers tournent la manivelle doucement, et qu'ils lui fassent décrire une portion quelconque de circonférence d'une seule fois. Ils ne doivent pas, en effet, la pousser d'abord devant eux d'une certaine quantité, puis revenir ensuite sur leurs pas, afin de la porter de nouveau en avant, parce que, comme les filets de la cloche d'accrocheur, en opérant à la manière des filières, ne se replaceraient peut-être pas toujours exacte-

ment, si les ouvriers travaillaient ainsi, dans le pas de vis qu'on aurait d'abord ébauché, on détruirait les filets commencés, et l'on ne pourrait dégager la sonde.

Lorsqu'on est parvenu à faire prendre la cloche d'accrocheur sur cette tige, il est alors presque impossible qu'on ne la ramène pas au jour, il suffit, en effet, de réfléchir à ce qui se passe lorsqu'un écrou serre une vis, pour apprécier la résistance prodigieuse que présente cet arrache-sonde. Lorsqu'un écrou est engagé sur la vis d'un boulon, il faudrait, pour que tous les filets qui sont compris dans l'épaisseur de cet écrou se renversassent, ou plutôt glissassent, en laissant à nu le cylindre sur lequel le filet hélicoïde est enroulé, que la force qui occasionnerait cette rupture fût telle qu'elle détachât toutes les molécules de fer que présenterait une surface dont la largeur serait égale à la base du filet de la vis, et la longueur au développement de la partie de l'hélice comprise dans l'écrou. Or, la tige du boulon, à l'extrémité de laquelle se trouve cette vis, romprait infailliblement avant que le glissement des filets n'eût lieu, parce que la force qu'exige ce glissement surpasse de beaucoup celle qui s'oppose à la rupture ou à la torsion de la tige du boulon, et en effet, on ne voit jamais, au moins lorsque les écrous et les vis sont convenablement faits, que le renversement de ces filets ait lieu, tandis qu'il n'est pas rare que les vis se rompent à leur jonction avec leur écrou. Il est vrai que lorsqu'on se sert de la cloche d'accrocheur, les filets formés sur la tige de sonde n'existent pour ainsi dire que sur les quatre angles, puisque cette tige est carrée,

mais il n'en est pas moins certain que la force qu'ils présentent peut vaincre la résistance qui s'oppose à ce que la tige de sonde revienne au jour.

Devis d'une sonde pour parvenir à une profondeur de 300 pieds (97m,45).

§ 45. La dépense qu'exige la construction d'une sonde devant varier en raison du prix de la main-d'œuvre et de la valeur de la houille, de l'acier, du fer, etc., qui ne sont pas les mêmes dans les différentes parties de la France, nous ne pouvons établir ici cette dépense d'une manière approximative, qu'en attribuant à ces métaux et à la houille une certaine valeur, et en fixant également le prix de la main-d'œuvre.

Nous supposerons, en conséquence, pour prendre un terme moyen, que le fer coûte 70 fr. les 100 kilog., l'acier de Hongrie 2 fr 20 cent. le kilog., qu'un ouvrier forgeron se paie, par jour, 3 fr 50 cent., un limeur 2 fr. 50 cent., un aide forgeron ou souffleur 1 fr. 50 cent., et un hectolitre de houille 3 fr 50 cent.

D'après ces données, le devis d'une sonde d'une longueur de 300 pieds (97m,45), pourra être établi de la manière suivante :

1° Vingt barres de 15 pieds (4m,873) de longueur, du 15 lignes (0m,034) d'équarrissage, et terminées à leurs extrémités par des ajusteneus mâles et femelles d'une manière, et pesant chacune 40 kilog. environ, coûteront, toutes confectionnées, à 1 fr. 60 cent. le kilog. . . . 1280 fr » c.

Total 1280 fr. » c

Ci-contre, 1280 fr. » c

Comme les barres que l'on se procure des forges ne sont pas toujours régulières, et qu'elles doivent être de nouveau travaillées pour être parfaitement calibrées et sans gerçures, nous supposerons ici qu'il faut, soit pour forger les parties mâles et femelles d'une barre, soit pour les ajuster avec celles d'une autre barre, et faire les trois boulons et les trois écrous qui les réunissent, deux jours d'un maître forgeron avec son aide, deux jours d'un ouvrier limeur, et un hectolitre de houille.

C'est d'après ces données, et en ayant égard au déchet du fer et au bénéfice que doit avoir le chef des ateliers qui fait confectionner la sonde, que nous avons fixé le prix du kilog. de fer à 1 fr. 60 c.

2°. Dix boulons garnis de leurs écrous, que l'on tient en réserve pour remplacer ceux qui sont hors de service, pesant (un écrou et un boulon sont considérés comme ne faisant qu'une seule pièce) chacun 0 kilog. 29, coûteront, à raison de 3 fr. 50 cent. le kilog. 10 15

(Tous les instrumens ou outils dénommés ci-après, doivent coûter, terme moyen, bien forgés, limés, et garnis d'une

Total, 1290 fr. 15 c.

D'autre part, . . . 1490 fr. 15 c.

tige terminée par une partie mâle de mouffle, afin qu'ils puissent s'ajuster aux différentes barres qui composent une sonde ; 4 fr. le kilog.) . . . .

3°. Étrier ou chappe à clou tournant, servant à réunir la sonde au câble de lenglo, pesant 7 kilog. . . . . 28 »

4°. Tarière conique de 12 pouces (0,m32) de diamètre extérieur, pesant 24 kilog. 96 »

Cette tarière doit être formée de 3 kilog. d'acier, et de 21 kil. de fer ; quant aux différentes pièces qui la composent, elles exigent, pour être ajustées et forgées, trois journées de forgeron avec son aide, huit journées de limeur et un hectolitre et demi de houille.

5°. Tarière cylindrique de 9 pouces (0,m244) de diamètre, pesant 15 kilog. 60 »

6°. Tarière de 2 pouces (0,m054) de diamètre, pesant 7 kilog. . . . . 28 »

7°. Tarière de 4 pouces (0,m108), de 10 kilog. . . . . 40 »

8°. Tarière terminée en pointe, (*fig.* 28, 29 et 30), de 3 pouces de diamètre, et de 6 kilog. . . . . 24 »

9°. Tarière de même forme que la précédente, de 7 pouces (0,m189) de diamè-

Total, . . . 1566 fr. 15 c.

	Ci-contre,	1566 fr. 15 c.
tre, et de 10 kilog.		40 »
10°. Hardi, *fig.* (40, 41 et 42) de 3 pouces (0m,081) de diamètre, et de 5 kilog. 50		22 »
11°. Tire-bourre de 3 pouces de diamètre (0m,081), et de 10 kilog.		40 »
12°. Ciseau simple, *fig.* (44, 45 et 46), faisant un trou de 3 pouces (0m,081) de diamètre, pesant 10 kilog.		40 »
13°. Bonnet carré ou ciseau quadrangulaire, *fig.* (49, 50, 51 et 52), de même dimension et de même poids que le précédent		40 »
14°. Trépan ruban ou en hélice, *fig.* (131 et 132), *Pl. XIX*, de 4 pouces (0m,108) de diamètre, et de 8 kil		32 »
15°. *Idem* de 6 pouces (0m,162) de diamètre, pesant 10 kilog.		40 »
16°. Trépan en lame, *fig.* (57, 58 et 59), de 4 pouces (0m,108), et de 5 kilog.		20 »
17°. Arrache-sonde, *fig.* (76), de 3 pouces (0m,081) de diamètre, pesant 7 kilog.		28 »
18°. Arrache-sonde ou cloche d'accrocheur, *fig.* (77), de 8 kilog.		32 »
19°. Clavette en étoffe ou fer et acier non trempé, destinée à soutenir la sonde		
	Total,	1900 fr. 15 c.

	D'autre part,	1900 fr. 15 c
sur la manivelle, de 1 kilog.		4 »
20°. Clef à écrous, 2 kilog.		8 »
21°. Clef ou sergent, pour manœuvrer la sonde, pesant 2 kilog. 50		10 »
22°. Manivelle en fer, pesant 23 kilog.		92 »
	Total,	2014 fr. 15 c.

Avec une sonde comme celle dont nous venons de donner le devis, on pourra sonder jusqu'a 300 pieds (97m,45), et elle permettra d'enfoncer des coffres au milieu des sables de 1 pied (0m,32) de diamètre extérieur, comme aussi de percer les argiles sur 7 pouces (0m,189) de diamètre, et les calcaires crayeux sur 4 pouces (0m,108).

Nous n'avons pas cru devoir faire mention, dans ce devis, de tous les instrumens que nous avons précédemment décrits, et il faudrait qu'un sondage présentât de bien grandes difficultés pour qu'on fût obligé de se les procurer.

Si le sondage ne doit être entrepris que dans des terrains argileux et crayeux, il suffira de se procurer, outre les barres de sonde, les instrumens ou outils désignés sous les n°s 7, 8, 11, 14, 17, 19, 20, 21, 22, et la dépense ne s'élèvera alors qu'à 1558 fr.

Description des machines que l'on emploie pour manœuvrer la sonde. Leurs noms.

§ 46. Comme nous avons décrit dans ce chapitre, avec détail, tous les instrumens qu'emploie le sondeur-fontenier, soit pour traverser les différens terrains, soit

pour tourner la sonde dans le trou foré, soit enfin pour la retirer de ce trou lorsqu'elle s'y casse, il ne nous reste plus alors qu'à faire connaître les machines que l'on emploie pour manœuvrer cette sonde, et qui portent ordinairement le nom d'*engins*.

Description d'un de ces engins.

§ 47. Celui que l'on emploie le plus habituellement est représenté dans les *Pl. X*, *XI* et *XII* par les *fig.* 80, 85 et 86. Les deux dernières le représentent en élévation et en suivant les lignes ponctuées *mn* et *gh* tracées dans la *Pl. XI*, qui représente cette même engin en plan la partie inférieure de cet engin.

La pièce de bois *ab*, nommée *potençon*, tarlatée dans sa partie supérieure, comme on le voit en *cdef*, *Pl. XII*, *fig.* 86, a ordinairement de 22 à 24 pieds (7m,147) à (8m,796) de hauteur. Sur les deux faces *cd* et *ef* (*il faut consulter ensemble les Pl. X et XII*), on adapte deux autres pièces de bois *cg* et *fh*, qui servent à soutenir les tourillons d'une roue *ngrs*, à laquelle on donne communément 3 pieds et demi (1m,37) de diamètre; les *fig.* 80, 81 et 86 font très bien voir comment est soutenue cette roue par les quatre pièces *cg*, *fm*, *g'h'* et *ok*, les *fig.* 80 et 81 montrent en outre, en élevation et en plan, les deux petites poulies *n'n'* jointes aux pièces transversales *g'h'* et *ok*, ainsi qu'aux consinets *m'm'm'm'*, et qui s'opposent à ce que le câble placé dans le gorge de la roue ne puisse en sortir.

Toutes les parties de cet engin étant désignées dans l'explication des planches, nous nous dispense-

rons d'entrer ici dans de plus grands détails sur sa composition.

Lorsqu'on veut obtenir plus de solidité et faire agir la sonde à une plus grande distance du poinçon, on remplace les deux pièces de bois *cg* et *fm*, *fig.* 86, par un assemblage auquel on donne le nom de *fauconneau*, *Pl XIII*, qui se pose sur un poinçon *ab*, terminé par un pivot conique *cd*. La pièce *m'n'*, qui porte principalement le nom de *fauconneau*, soutient deux poulies sur lesquelles passe la corde *efg*, dont une des extrémités s'enroule sur un treuil horizontal *hh*, et dont l'autre porte la tige de la sonde, ou soutient la pièce de bois *mn*. Le fauconneau *m'n'* est supporté par deux liens *p* et *q*, qui aboutissent à la sellette *st*.

Deux ouvriers sont placés au treuil *hh* et se servent des leviers *a'* et *b'* pour tendre ou lâcher le câble *efg*, suivant le désir de ceux qui manœuvrent la sonde.

Description d'une chèvre-sonnette pour entreprendre un grand sondage

§ 48. Les eaux souterraines que l'on cherche à ramener au jour étant quelquefois situées au-delà de 300 pieds (100^m) de la surface du sol, il faut alors, pour être certain de vaincre les obstacles qui peuvent se présenter pendant le cours du travail, se servir d'une sonde composée de tiges partielles de 15 lignes (0,^{m}034) au moins d'équarrissage, et d'une chèvre-sonnette dont les différentes pièces doivent être disposées de manière à ce que les ouvriers sondeurs puissent facilement imprimer un mouvement de rotation

aux bras d'une manivelle auxquels ils sont appliqués. Mais comme cette chèvre diffère beaucoup des deux engins que nous avons fait connaître dans le paragraphe précédent, nous croyons nécessaire d'en donner une description complète, et d'établir le devis de la dépense que doit entraîner sa construction.

La chèvre-sonnette que représentent en plan, en coupe et en élévation, les *fig.* 88, 94 et 97, *Pl. XIV*, *XV* et *XVI*, est composée d'une pièce principale *aa*, *fig.* 88, qu'on appelle sole ou maître seuil, de laquelle partent deux autres pièces horizontales *bb*, *bb* (les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans ces planches), qui aboutissent à une petite traverse *cc*, également horizontale, et faisant partie d'une autre pièce *dd*, servant à maintenir, à l'aide d'une mortaise, le ronchet *ee* de la chèvre-sonnette. Sur la sole *aa* s'appuient quatre montans inclinés *in*, *gg*, *kh* et *il*, dont deux, *in* et *gg* se réunissent à la pièce *jj*, que supporte une entre-toise *kk*. Les dimensions de cette pièce *jj*, désignée sous le nom de la *tête de la chèvre*, doivent être plus grandes aux endroits où les montans *in* et *gg* se joignent avec elle, ainsi qu'en *pm*, où se place la poulie. Quant aux deux autres montans *kh* et *ni*, distans l'un de l'autre de 6 pieds (1m,95), ils servent à soutenir un treuil *nn*, autour duquel s'enroule le câble qui porte le clou tournant de la sonde, et, afin qu'ils ne soient pas affaiblis par les tourillons de ce treuil, on y adopte deux petites pièces *oo*, *oo*, portant le nom d'*échantignoles*, auxquelles on donne la forme que représente la *fig.* 94, et qu'on peut remplacer à volonté. Les têtes de ce treuil sont cha-

aune traverses par deux leviers de 8 pieds (2m,60) environ, mais ils seraient avantageusement remplacés par une roue à cheville, parce qu'alors les ouvriers seraient toujours éloignés de l'axe de rotation d'une quantité à peu près constante.

Lorsque l'on commence le sondage, il serait préférable de se servir, au lieu de leviers, de deux manivelles qu'on adapterait aux tourillons du treuil, et auxquelles on donnerait 1 pied 4 pouces (0m,433) de rayon. On pourrait même, dans le cas où le travail deviendrait trop pénible, fixer sur l'un des tourillons de ce treuil, une roue dentée de 2 pieds (0m,65) de diamètre, dont les dents engrèneraient avec celles d'un pignon de 4 pouces (0,108). Le tout serait mis en mouvement à l'aide d'un axe de fer horizontal, qui traverserait ce pignon, et de deux manivelles dont les bras horizontaux devraient être assez longs pour que trois ou quatre ouvriers pussent facilement être appliqués à chacun d'eux.

Lorsqu'on a besoin de se servir du mouton pour procéder à l'enfoncement des coffres, on adapte aux points *pp* les deux pièces ou semelles horizontales *bb*, *bb*, deux montans verticaux *pp*, *pp*, qui sont maintenus dans une position invariable par deux moises *qq*, qq_1 lesquelles reposant sur la traverse *kk*, et embrassant, à l'aide des tasseaux dont elles sont garnies, le ranchet *ee*, contribuent à donner à la chèvre-sonnette une grande solidité. A ces montans verticaux *pp*, *pp*, sont adaptées deux languettes de bois de chêne *ss*, qui servent à guider le mouton *tt*.

Les différentes pièces qui forment la base de la chèvre-sonnette, ainsi que le mouton, doivent être en chêne,

celles qui s'élèvent au-dessus de cette base en sapin, et le treuil et les petites echantignoles dans lesquelles entrent les tourillons, en orme tortillard.

Pour que la poulie soit legère et solide, on la construit ainsi : on prend deux planches d'orme tortillard zz de 1 pouce (0m,027) chacune d'épaisseur, et on les joint l'une à l'autre, comme on le voit dans la *fig.* 95, par rainures et languettes. Sur ces planches, qui ont 18 à 20 pouces (0m,487) à (0m,541) de largeur, on adapte de part et d'autre de leur épaisseur, des pieces de bois circulaires, également en orme, et des rondelles 1, 1, *fig.* 96. On tourne ensuite le tout ensemble, et, après avoir creusé la gorge de la poulie, on pratique au milieu de ces rondelles 1, 1, une ouverture dans laquelle on fait entrer un cylindre d'acier pour recevoir l'axe de cette poulie. Les rebords de ce cylindre sont rabattus sur les plaques de tôle 3, 3, lesquelles sont fixées sur les rondelles 1, 1, à l'aide de pointes de fer qu'on rive ensuite, afin que le tout presente un assemblage solide. Comme la poulie doit être mobile autour de l'axe qui la supporte, cet axe, en acier, n'est cylindrique que sur une partie de sa longueur, afin qu'il puisse entrer dans cette poulie et dans la partie 4, 5, *fig.* 97 de la piece ff.

Dans le cas où on ne serait point arrêté par la dépense qu'entraînerait la construction de la chevre que nous décrivons, il serait préférable de remplacer la poulie de bois qui doit y être adaptée par une de fonte. Le poids de celle-ci serait de 70 kilog., et coûterait 70 fr.

Si cette chèvre-sonnette ne présentait pas un caractere

de solidité convenable à la jonction des deux montans inclinés *tn* et *gg*, et de la piece *jj*, on placerait alors deux petites moises horizontales au point 8, 8, *fig* 94, qui embrasseraient la tête de la grue, pour contre-buter cette partie avec le ranchet

Comme nous désirons qu'on puisse, avec nos dessins, construire cette chèvre-sonnette, nous n'avons dû omettre aucune des lignes qu'exige la coupe des différentes pièces qui la composent, et dont nous allons nous occuper; mais avant d'aller plus loin, nous ferons remarquer que les *Pl XV* et *XVI* doivent être considerées comme étant réunies, et que leur position respective doit être telle que la ligne *z'v* de la *fig* 88 coincide parfaitement avec celle désignée par les lettres *zv* de la *fig* 94 En supposant, en effet, que ces deux planches n'en forment qu'une seule, toutes les lignes qu'elles représentent seront alors dans leur position naturelle, et l'on pourra se rendre facilement compte des operations géométriques qu'elles indiquent, et qu'exige la construction des mortaises *a''* et *b''*, *fig* 88 et 92, qui doivent être pratiquées dans le maître seuil *au*, pour recevoir les montans inclinés *t'n*, *gg*

L'intersection de ces montans avec la sole *aa* devant avoir lieu suivant deux lignes qui forment entre elles un angle plus ou moins ouvert, il devient nécessaire, pour construire leurs tenons ainsi que les mortaises qui sont destinées à les recevoir, de déterminer l'intersection de ces montans avec le maître seuil *au*. Pour y parvenir, on se donne d'abord les projections verticales et horizontales du montant *tn* (ce que nous dirons de celui-ci doit s'entendre de

celui gg'), et l'on dispose, relativement au maître seuil, la projection de ce montant de manière à ce que l'intersection du plan dont fait partie la face $t'f$ avec celui supérieur de ce maître seuil, soit représentée par la ligne xt'. Comme les quatre faces du montant $t'n$ sont perpendiculaires entre elles, il s'ensuit que si l'on fait passer par le point s'', *fig.* 88, un plan perpendiculaire à l'arête xf, son intersection avec celui qui contiendrait cette arête zf, et qui serait vertical, devra être également perpendiculaire à cette même arête. Or, on peut trouver facilement le point où la ligne qui représente cette intersection rencontre le plan prolongé du maître seuil aa_1; en effet, supposons que l'arête zf tourne autour du point z, toujours en faisant le même angle avec le plan de ce maître seuil, jusqu'à ce qu'elle soit appliquée sur le plan vertical qui passe par la ligne $z'v$, *fig.* 88 et 94, il est évident que le point s'', dont la projection verticale est en a'', *fig.* 88, se projetera horizontalement dans sa nouvelle position en v'', et que l'arête zf, sur le plan vertical, passant par la ligne $z'v$, sera représentée par la ligne ponctuée zc''. Donc, si par le point v'', on mène une perpendiculaire $v''q'$ à cette ligne, elle représentera l'intersection de deux plans, dont l'un, vertical, contient l'arête zf, et dont l'autre passe par le point s' de cette arête, et qui lui est perpendiculaire. Ainsi, si l'on ramène le point q' par un arc de cercle en e'', *fig.* 88, ce point sera celui où la perpendiculaire $v''q'$, *fig.* 94, rencontre le plan de la sole, et la ligne $e'f''$, tracée sur ce plan perpendiculairement à l'arête xf prolongée, indiquera l'intersection de celui qui passe par le point s'' avec ce

même plan *aa*, donc $s''e''$ sera la projection horizontale de la perpendiculaire $v''q$. Maintenant, si l'on fait tourner le plan qui la contient autour de $v'f''$ jusqu'à ce qu'il se confonde parfaitement avec celui de la sole, et qu'on porte sur l'arête xe'', à partir du point e'', une longueur $e''o''$, égale à $v''q'$, $o''p''$ représentera la ligne d'intersection passant par le point s'' avec celui prolongé de la face $zfs't'$ du montant zf. Or, comme la perpendiculaire $o''k''$, menée sur la ligne $o''p''$, représentera de même l'intersection de la face de la pièce de bois tn parallèle à celle $zts'f'$ avec le plan de la sole, il s'ensuit que si l'on joint les points k'' et x par une ligne droite, les parties xb'' et xt' seront les intersections des faces adjacentes supérieures du montant tn, avec le plan de la sole *aa*. Lorsqu'on a ainsi déterminé l'angle qu'elles font entre elles, on peut facilement tracer sur cette sole ou maître seuil l'emplacement des mortaises $a''b''$, *fig.* 88 et 92.

Les lignes fn et $s''q''$ de la *fig.* 94, représentent les intersections des deux montans inclinés avec la tête jj de la chèvre-sonnette. Ces lignes sont évidemment perpendiculaires aux arêtes de ces montans, et il est facile de trouver deux points assez distans l'un de l'autre de la projection verticale de l'une de ces intersections, de celle fn, par exemple, pour qu'on puisse, avec certitude, déterminer la direction de ces mêmes lignes. Le point f, *fig.* 94, se trouve, en abaissant du point f, *fig.* 88, où l'arête xf rencontre la pièce jj, une perpendiculaire fk' sur la ligne $x'v$, et en la prolongeant jusqu'à ce qu'elle vienne couper en f, *fig.* 94, l'arête xf. Quant au point n, il faut suppo-

ser que les faces $b''f$ et aa, se prolongent assez pour que le point où se termine leur intersection soit représenté en x'', alors, si par ce point on mène une ligne $x''r''$, *fig.* 88, parallèle à zf, et que par ceux x'' et r'', on abaisse des perpendiculaires sur la droite $z\nu$ ou sur celle qui la représente dans la *Pl. XV*, on aura, en prolongeant celle $r''x''$ jusqu'à i', *fig.* 94, et en menant par le point f' de cette *fig.*, une ligne $f'i'$, un deuxième point i' de l'intersection que l'on cherche.

Les lignes $n''a''$, $u''i''$, *fig.* 94, représentent l'intersection des montans hh, ii, avec ceux in, gg, et l'on voit de suite, à l'inspection des deux *fig.* 88 et 94, comment on peut les obtenir. Ces deux intersections, ainsi que celles fn et $s''q''$, doivent toujours être déterminées pour qu'on puisse connaître la longueur des quatre arêtes des montans in, gg, hh, ii.

La *fig.* 97 représente la projection de la chèvre-sourdine sur un plan parallèle à celui qui passerait par les lignes ε, $\jmath$, p, γ, *fig.* 94, et c'est pour cette raison que le maître-seuil aa est vu sous trois lignes parallèles. Il résulte aussi de cette projection, que les quatre montans in, gg, hh, ii, ainsi que la pièce de bois jj, sont vus suivant leur grandeur réelle, et il est facile alors de les construire en les développant.

Ce développement est représenté dans la *Pl. XVI* pour le montant in, *fig.* 88, et les quatre faces sont supposées avoir tourné autour de chacune des arêtes, de gauche à droite, à partir de celle zf, *fig.* 97, jusqu'à ce qu'elles soient toutes dans le plan de la face zi'. Comme les projec-

tions verticales et horizontales des lignes qui circonscrivent les différentes faces des tenons offrent toutes les données dont on a besoin pour déterminer les dimensions de ce montant, nous n'entrerons ici dans aucune explication à ce sujet, d'autant plus que les constructions géométriques qu'exige cette détermination, et que représente la *fig.* 88, seront très facilement comprises par les personnes qui ont quelque habitude des tracés de charpente.

Les montans inclinés $t'n$ et gg, entrant dans les mortaises du maître seuil aa, à l'aide de tenons, il faut, pour tracer la face de la mortaise qui correspond à celle y'', *fig* 92, du tenon, déterminer l'intersection de cette face ou du plan qui la représente, avec celui qui comprend la face verticale 4', 5', de la sole, *fig* 88, et on y parvient en considérant que cette intersection est la même que celle des deux plans prolongés 4', 5' de la sole et t', x'', s', f du montant $t'n$. En menant donc par s', dans le plan $t'x''s'f$, une ligne parallèle à xk', le point q'', où elle rencontre l'arête du maître seuil, sera la projection verticale des points d'intersection des deux plans dont nous venons de parler, et si par ce même point q'', on élève une perpendiculaire q'', 8' égale à la ligne $g's'$, *fig.* 94, et qu'ensuite on prolonge celle $x''t'$, *fig.* 88, jusqu'en s''', la ligne s'' 8' représentera la projection verticale de la ligne de jonction des deux plans, d'où il résulte que la partie $s''v''$ de cette ligne sera sur la face 4'5', la ligne cherchée. En traçant de la même manière les autres intersections, on pourra déterminer tout ce qui a rapport aux mortaises qui sont pratiquées dans le maître seuil.

La chèvre-sonnette que nous venons de décrire peut parfaitement convenir pour entreprendre un sondage qui doit atteindre une grande profondeur, et si l'on n'a besoin que de faire agir le mouton dans le commencement des travaux, et seulement une ou deux fois par jour, il suffira de soulever les moises transversales qq, qq, pour placer ou pour enlever les montans verticaux pp, pp, qui dirigent sa course; mais si les couches de sables à traverser avaient une très grande épaisseur, 130 pieds ($42^m,23$), par exemple, il faudrait alors que la chèvre éprouvât dans sa construction quelques modifications, parce que, comme dans ce cas on serait obligé de se servir du mouton pour enfoncer les coffres chaque fois qu'on remonterait les instrumens au jour, les six ouvriers qui seraient constamment employés au sondage ne pourraient alors développer une quantité d'action pendant une grande partie de la journée, égale à celle qu'ils seraient susceptibles de produire, s'ils ne devaient élever le mouton, dont le poids est d'environ 500 livres, que rarement, et seulement pendant quelques instans; d'ailleurs le déplacement continuel des moises occasionerait une perte de temps qu'on doit chercher à éviter, et il faut, en outre, avoir la facilité d'augmenter à volonté la hauteur de chute de ce mouton, afin qu'il produise un plus grand effet. Ainsi, l'on ne pourrait donc pas se servir de la chèvre-sonnette telle que nous venons de la décrire, et il serait nécessaire, pour qu'on pût l'employer utilement, que quelques-unes de ses parties fussent disposées comme l'indiquent les différentes *fig.* contenues dans le *Pl. XVII*, et qui sont dessinées sur une échelle plus grande que les précédentes.

La *fig.* 100 représente une coupe de la chèvre-sonnette faite immédiatement au-dessus des moises *qq*, *qq*, et elle indique de plus l'emplacement *ll*, que l'on est obligé de pratiquer pour conduire avec facilité le soudage, ainsi que les semelles horizontales *bb*, *bb*. Les montans verticaux *pp*, *pp* qu'elles supportent, ne sont pas semblablement placés que ceux de la *fig.* 88, *Pl. XIV*; ils reposent, il est vrai, sur les semelles *bb*, *bb*, mais au lieu d'être immédiatement au-dessous des moises, ils s'élèvent dans l'espace qui existe entre elles, et sont maintenus dans une position fixe à l'aide de tasseaux *d*, *d*, *d*, *d*, et de longs boulons, dont la tête rectangulaire est encastrée dans les languettes *ss*. Quant aux écrous et aux rondelles, ils s'appliquent sur deux petites plaques de fer *o*, *o*, forgées de manière à ce que l'une de leurs faces soit perpendiculaire à la direction de ces boulons. Lorsqu'on ne veut plus se servir du mouton, il suffit, pour enlever les montans verticaux, et pour les dégager des échantignoles adaptées aux moises, de retirer les chevilles qui traversent les semelles *bb*, *bb*, ainsi que les boulons *ee*, de les soutenir ensuite verticalement, afin que leur tenon puisse sortir des mortaises qui les contiennent, et d'incliner leur partie supérieure en reportant leur pied en dehors de l'espace qui existe entre ces semelles.

Cette nouvelle disposition des montans verticaux exigeant que les moises *qq*, *qq* soient un peu plus écartées sur la traverse qui les supporte que dans le premier cas, il est alors nécessaire de la rapprocher de la sole ou maître-seuil, mais ce rapprochement ne peut avoir lieu qu'en diminuant la longueur des supports inclinés du treuil, ou, ce

qui revient au même, en les écartant l'un de l'autre, afin que les deux mortaises pratiquées dans chacun des grands montans inclinés *fn* et *gg* de la chèvre, et qui reçoivent les tenons de la traverse et ceux des montans de ce treuil, ne soient pas trop rapprochées l'une de l'autre.

Comme les moises ne s'opposent point, dans cette nouvelle disposition des montans verticaux, à ce qu'ils se prolongent au-dessus d'elles, on peut ajuster au mouton une tenaille *mm*, *fig.* 101, qui permet alors de le manœuvrer comme celui d'une sonnette à déclic. La partie supérieure de ces montans verticaux est terminée par des tenons qui entrent dans les ouvertures *xv*, *fig.* 102, de la petite pièce de bois *hh*, laquelle ne peut être soulevée, à cause des chevilles *b'b'*, *fig.* 101, qui traversent ces tenons. Dans cette pièce, on pratique une ouverture *ii*, d'une forme connue, afin que les parties supérieures des branches de la tenaille puissent, en y entrant, se rapprocher l'une de l'autre, et forcer les extrémités inférieures de s'ouvrir pour laisser échapper le mouton. L'une des branches de la tenaille, celle *mn'*, s'engage sur toute son épaisseur dans l'autre branche, et toutes deux sont traversées par une clavette cylindrique *un*, *fig.* 103, sur le milieu de laquelle existe un ergot qui l'empêche de tourner dans la branche *mn'*. Cette clavette soutient un étrier dont la partie supérieure est terminée comme le mâle d'une mouffle de soude, afin qu'il puisse s'ajuster au clou tournant *p'p'*, *fig.* 104, qui reste constamment suspendu au câble de la chèvre, on évite ainsi l'emploi de toute espèce de cordage, et

la manœuvre du mouton et de la sonde s'opère avec la plus grande facilité, à l'aide du même câble.

La tête du mouton, *fig* 105, formée d'une pièce de très bon fer, est chassée dans son intérieur avec force, sur 7 à 8 pouces (0m,189) à (0m,217) de longueur. La queue est barbelée sur les quatre arêtes, afin qu'elle soit fixée très solidement, et la partie supérieure de cette pièce de fer présente une ouverture rectangulaire dans laquelle entrent les extrémités inférieures des branches de la tenaille.

Lorsqu'il est nécessaire de faire agir sur les coffres le mouton, quatre ouvriers, pris parmi les sept ou huit ouvriers qu'exige un grand sondage, sont appliqués au treuil, et peuvent, d'après la différence qui existe entre le rayon de ce treuil et la longueur des leviers qui servent à le manœuvrer, remplacer les douze ou quinze hommes qu'il faudrait employer pour faire agir directement ce mouton.

Pour compléter tout ce que nous avons à dire sur la chèvre-sonnette dont nous venons de faire connaître les différentes pièces, nous allons actuellement en présenter un devis détaillé.

Les bois qui la composent doivent être de sapin, de chêne et d'orme tortillard.

Quatorze pièces sont en sapin : la tête, quatre montans inclinés, dont deux servent à soutenir le treuil, le ranchet, deux montans pour diriger le mouton, deux grandes moises qui servent à les maintenir dans une position verticale, deux autres petites moises situées au-dessus des précédentes, et qui s'opposent à la flexion de la tête, et une

Digitized by Google

traverse ou entretoise sur laquelle s'appuie, à l'aide d'un tenon, la tête de la chèvre.

Cinq sont en chêne : une sole ou maître seuil, deux pièces sur lesquelles reposent les montans verticaux de sapin, la semelle du ranchet, une petite traverse qui joint les supports de ces montans verticaux, et le montan.

Trois sont en orme tortillard : le treuil et les deux échantignoles qui le supportent.

Dimensions des différentes pièces de la chèvre-sonnette décrite dans le paragraphe précédent.

§ 49

DÉSIGNATION DES PIÈCES	LEURS DIMENSIONS		LEUR VOLUME	
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	Bois de sapin			
N° 1	pieds pour lign.	mètres	[illegible]	[illegible]
Tête de la chèvre	21 » »	6,80 de long.	5 5 [illegible]	[illegible]
	» 11 »	» 30 d'équarr.		
N° 2				
Deux grands montans inclinés	26 » »	8,12 de long.	5 [illegible]	5,83
	[illegible]	» 19 d'équarr.		

Nota. Lorsque ces pièces sont taillées pour être mises en place, elles ont alors des dimensions un peu moins grandes que celles qui sont ci-dessus exprimées. Néanmoins, on doit toujours se les procurer de manière à ce qu'elles soient égales à celles dont fait mention le présent dessin, afin qu'on ait la facilité de leur conserver, et les équarrissant, les longueurs et largeurs mêmes que représentent les *Pl. XIV, XV et XVI*.

DÉSIGNATION DES PIÈCES.	LEURS DIMENSIONS en [illegible]				LEUR VOLUME en [illegible]	
	pieds	pouc.	lign.	mètres	col. pie. pou.	dmc.
N° 3						
Ranchet	35	»	»	11,37 de long.	4 3 2	4,66
	»	7	»	0,19 à sa part.		
	sur	8	»	0,22 inférieur		
	»	7	»	0,19 à sa part.		
	sur	6	»	0,16 supér.		
N° 4						
Deux montans inclinés, sur lesquels sont ajustées les cent ou quatre de treuil	16		»	4,87 de long.	3 2 5	3,50
	»	7	»	0,19 d'équarr.		
N° 5						
Deux moises horizontales s'appuyant sur l'entretoise qui porte la tête de la chèvre, et embrassant le ranchet	13	2	»	4,27 de long.	2 1 »	2,23
	»	4	»	0,11 d'épaiss.		
	»	9	»	0,24 de larg.		
N° 6.						
Traverse horizontale, ou entretoise.	6	7	»	2,14 de long.	» 5 8	0,97
	»	9	6	0,26 de larg.		
	»	6	6	0,17 d'épaiss.		
N° 7						
Deux montans verticaux servant à diriger le mouton.	16	»	»	5,20 de long.	3 3 9	3,73
	»	7	»	0,19 d'équarr.		
N° 8.						
Deux petites moises placées horizontalement au-dessus de la jonction des grands montans, inclinés avec la tête de la chèvre.	9	»	»	2,92 de long.	1 2 9	1,50
	»	5	»	0,14 d'épaiss.		
	»	7	»	0,19 de larg.		
Volume du bois de sapin					27 4 »	28,46

DÉSIGNATION DES PIÈCES	LEURS DIMENSIONS				LEUR VOLUME	
	[illegible]			[illegible]	[illegible]	[illegible]
	Bois de chêne.					
N° [illegible]	pouc.	pouc.	lign.	mètres.	[illegible]	[illegible]
Sole ou maître [illegible]	18	42	[illegible]	5,[illegible] de long.	3 3 [illegible]	3,62
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,32 de larg.		
	[illegible]	7	[illegible]	0,[illegible] d'épaiss.		
N° [illegible]						
Deux pièces [illegible] faisant partie de la plate-forme de la chèvre et soutenant les montans verticaux désignés sous le n° [illegible]	16	2	[illegible]	[illegible] de long.	2 2 [illegible]	2,[illegible]
	[illegible]	7	[illegible]	[illegible] de larg.		
	[illegible]	5	[illegible]	0,13 d'épaiss.		
N° [illegible]						
Petite traverse [illegible] joindre les deux pièces précédentes.	8	[illegible]	[illegible]	1,[illegible] de long.	[illegible] 1 6	0,26
	[illegible]	7	[illegible]	[illegible] de larg.		
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,13 d'épaiss.		
N° 12.						
Semelle [illegible] Cette pièce est [illegible] l'aide de boulons et de [illegible] la précédente	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible] de long.	[illegible] 6	0,95
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible] de larg.		
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,13 d'épaiss.		
N° 13.						
Mouton.	3	6	[illegible]	1,14 de long.	[illegible] 9 [illegible]	[illegible],70
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,[illegible] d'équarr.		
N° 14						
Languettes, échelons de ranchet, levers du treuil et tasseaux	[illegible]			[illegible]	2 3 [illegible]	[illegible],57
Volume du bois de chêne	[illegible]				12 [illegible] 8	12,[illegible]

DÉSIGNATION DES PIÈCES	LEURS DIMENSIONS				LEUR VOLUME.	

D'après ces prix, on trouve que la valeur des bois qui entrent dans la chèvre-sonnette dont nous présentons le devis, est de . . . . . 373 fr. 43 c.

Pour être taillés et travaillés, prêts à être mis en place, ces bois doivent exiger vingt-cinq jours environ de travail de trois ouvriers, à 3 fr. la journée de chacun 225 »

Câble de 90 pieds (30m) environ de longueur, de 1 pouce 6 lignes (0m,041) de diamètre, composé de quatre brins et de cent-quarante fils 80

Peinture.

Trois couches de couleur vert-olive exigent :

Trente livres d'ocre jaune, à 0 fr. 50 c. la livre . . . . . 15 »

Neuf pots d'huile, à 2 fr. . . . . 18 »

Deux pots d'essence de térébenthine 2 »

Litharge, couperose, noir de fumée 8 »

Dix journées d'ouvrier à 2 fr. 50 cent. 25 »

Ferrures.

Comme cette chèvre doit être très solide, et qu'il faut pouvoir la monter et la démonter facilement sans que les tenons et les mortaises en souffrent, il est nécessaire que les différentes pièces de bois qui la composent soient

assemblées avec des chevilles de fer et des boulons garnis d'écrous et de rondelles.

Il faut surtout avoir soin que tous ces boulons soient faits avec de très bon fer, et que leur tête, qui doit au moins avoir 2 pouces et demi (0m,663) de diamètre, afin d'embrasser le plus de bois possible, fasse corps avec la tige, c'est-à-dire qu'ils proviennent l'un et l'autre d'un même morceau de fer que l'on etire jusqu'à ce que ces boulons aient la grosseur qu'on veut leur donner. Il n'y a que les coins de fer qui doivent entrer dans les faces opposées du mouton, qui peuvent être d'une qualité médiocre. Il faut aussi que tous les écrous aient des dimensions égales à celle de la sonde, afin qu'une même clef puisse servir pour les uns et les autres.

Les rondelles sur lesquelles pressent ces écrous, devant parfaitement s'appliquer sur les faces des pièces de bois de la chevre, et être perpendiculaires aux tiges des boulons, les têtes de ceux-ci doivent alors avoir une inclinaison dépendante de celle des pièces de charpente qu'ils traversent, et on la détermine facilement à l'aide de l'épure que l'on est obligé de tracer pour construire cette chèvre.

L'assemblage des différentes pièces de bois qui la composent exige:

1° Onze boulons garnis d'écrous et de rondelles, savoir un pour joindre les extrémités des deux grandes moises avec la ranchet, deux pour les montans inclinés qui supportent les échantignoles du treuil, et qui doivent traverser les grands montans, deux pour joindre ces derniers montans avec la tête de la chevre, un pour la tête du ran-

chet, deux que l'on met aux extrémités des morses, et qui traversent l'entretoise, un pour joindre cette traverse ou entratoise avec la tête de la chèvre, et deux pour tenir les petites moises d'en haut à la tête de la chèvre et au rauchet.

Ces boulons ont tous 7 lign. (0m,016) environ de diamètre, et leur longueur varie entre 9 pouc (0m,244) et 22 pouces (0m,596); ils pèsent, avec les écrous et les roudelles, 28 liv. qui, à raison de 1 fr. 4 c la liv, coûtent 39 fr 20 c

2°. Treize chevilles d'assemblage pour la plate-forme de la chèvre.

Quatre de ces chevilles traversent la sole ou maître seuil, ainsi que les quatre montans inclinés, et ont 8 lignes (0m,018) de diamètre, et 16 pouces (0m,433) de longueur. Leur poids est de 14 livres et demie, à 1 fr. 30 c l'une. 18 85

Neuf autres plus courtes ont 10 pouces 6 lignes (0m,284) de longueur, et pèsent ensemble 26 livres, à 1 fr. 30 cent. . . . 33 80

Deux servent à fixer les pièces horizontales qui supportent les montans verticaux au maître seuil, quatre joignent ces montans aux grandes moises et aux pièces horizontales, *bb*, *fig.* 75; deux réunissent aussi ces mêmes pièces avec la petite traverse, et enfin le dernière sert à assembler le rauchet avec la semelle.

3°. Huit boulons avec écrous et roudelles, pour ajuster les échantignoles sur les mon-

tains inclinés, pesant ensemble 10 livres et demie, à 1 fr. 40 cent. . . . . 14 fr 70 c

4° Quatre boulons avec écrous et rondelles, pour assembler entre elles, à l'aide de tasseaux, la semelle du ranchet et la petite traverse, pesant 3 livres, à 1 fr 40 cent. 4 20

5° Deux plaques de fer blanses, appliquées sur les faces extérieures des grands montans inclinés, immédiatement au-dessous de l'endroit où les tenons de l'entretoise les traversent, pesant ensemble 6 livres, à 1 fr 30 cent 7 80

6° Un grand boulon avec écrou, de 6 pieds 4 pouces (0m,057) de longueur, passant au-dessous de l'entretoise, et traversant les deux plaques de fer désignées dans l'article précédent, sur lesquelles s'appliquent la tête et l'écrou de ce boulon, afin de consolider tout l'assemblage, pesant 7 livres, à 1 fr 40 cent 9 80

7° Six boulons avec écrous et rondelles, pour fixer les tasseaux aux deux moises, afin qu'elles s'appuient d'un côté contre l'entretoise, et pour que de l'autre elles embrassent le rauchet, pesant ensemble 5 livres, à 1 fr 40 cent . . . . . 7 »

8° Six chevilles de fer suspendues à l'une des deux petites moises, et qui, lorsqu'elles traversent celle qui lui est parallèle, servent

à soutenir les tiges partielles de la soude. Six petits crampons pour joindre les chaînes aux chevilles, six crochets en S, qui unissent ces chaînes aux crampons, pesant ensemble 11 livres, à 1 fr. 30 cent . . . . . 15 fr. 40 c.

9°. Un boulon avec une clavette, pour servir d'axe à la poulie, de 13 pouces (0m,327) de longueur, de 1 pouce 5 lignes (0m,038) d'équarrissage près de la tête, de 1 pouce 3 lignes (0m,034) de diamètre, à partir de 2 pouces (0m,054) de la tête jusqu'à son extremité, pesant 8 livres, à 1 fr. 40 cent 11 20

10°. Deux plaques forgées en X, et à tétau, encastre dans les faces de la tete de la chèvre que traverse le boulon de la poulie, pesant ensemble 8 livres et demi, à 1 fr. 40 cent 11 90

11°. Quatorze boulons à tête plate et rectangulaire, avec écrous et roudelles, encastrés dans les languettes, afin de les fixer aux montans verticaux, de 8 pouces et demi (0m,023) de longueur, de 5 lignes (0m,011) de grosseur, pesant ensemble 9 livres, à 1 fr. 40 cent 12 60

12°. Deux frettes de fer pour adapter aux têtes du treuil, pesant ensemble 17 livres, à 1 fr. 30 cent toutes posées 22 10

13° Un crochet pour le treuil et un piton pour le mouton, pesant ensemble 17

7 livres, à 1 fr. 40 cent. . . . . 9 fr. 10 c.

14° Deux frettes pour armer le mouton, de 3 pouces 4 lignes (0m,09) de hauteur, de 6 lignes (0m,014) d'épaisseur, et pesant ensemble 80 livres, à 1 fr. 30 cent. . . . . 104 »

15° Trente-deux coins de fer barbelés, pour enfoncer dans les faces opposées du mouton, et tout autour du pitou, afin que les frettes n'aient aucun jeu, de 5 pouces (0m,135) de hauteur, de 2 pouces 3 lignes (0m,061) de largeur, et pesant ensemble 33 livres, à 1 fr. 75 cent. 24 75

16° Trente-deux clous barbelés et fraisés, de 3 pouc. 4 lig. (0m,088) de longueur, que l'on applique, savoir : huit à chaque plaque de fer en X, que traverse le boulon de la poulie; quatre à chacune des plaques de fer qui sont placées sur les faces extérieures des grands montans inclinés, et quatre à chaque frette du treuil, pesant 2 liv., à 1 fr. 40 cent. 2 80

17° Quatre boulons avec écrous et rondelles, pour assembler les moises horizontales qui reposent sur l'entretoise avec les montans verticaux. Ces boulons, dont la tige est plate et de 5 lignes (0m,011) d'épaisseur, sont percés d'un trou pour recevoir deux des neuf chevilles d'assemblage de fer, dont nous avons précédemment parlé. De

cette manière, si les montans verticaux tendent à se désassembler par suite de la flexion des pièces qui les supportent, ils exercent alors leur effort sur toute l'épaisseur des morses. Ces quatre boulons, garnis de leurs écrous et de leurs rondelles, pèsent ensemble 4 livres, et coûtent, à raison de 1 fr 40 cent. la livre . . . . . 5 fr 60 c

18°. Un canon ou cylindre de fer, que l'on place au centre de la poulie, de 5 lignes (0m,012) d'épaisseur, et dont les extrémités sont rabattues dans les fraisures des deux plaques de fer ou de forte tôle, qui sont percées et également fraisées près de leur circonférence, pour recevoir cinq forts rivés

Le canon, les plaques et les rivés, pèsent ensemble 7 livres, à 1 fr. 40 cent 9 80

19°. Quarante vis de 2 pouces 3 lignes (0m,061) de longueur, tête comprise, que l'on met sur les bords de la poulie, pour y assembler plus fortement les pièces d'orme qui forment la rainure, à 0 fr. 13 cent l'une. 5 20

20°. Trente-six vis de 15 lignes (0m,034) de longueur, à tête fraisée, servant à maintenir les renforts en chêne que l'on met entre les vides de la poulie pour la consolider, à 0 fr. 07 cent. l'une 2 52

21°. Trente-six petits clous, également à tête, fraisés pour ajuster les plaques de

17..

tôle contre les faces de la mortaise dans laquelle se place le poulie	2 fr	60 c
22ᵉ. Quatre-vingts clous pour attacher les renforts ou tasseaux aux moises et aux pièces qui composent la plate-forme de la chèvre.	6	»
23ᵉ. Pour préparation des bois et pose de toutes les ferrures ci-dessus dénommées, huit journées d'ouvrier, à 3 fr. l'une . . .	24	»
24ᵉ. Dépenses imprévues pour boulons, écrous et rondelles que l'on peut être obligé de mettre à différentes pièces de la chèvre, dans le cas où elles auraient tendance à se fendre	40	»
Total de la dépense que doit entraîner la construction d'une chèvre-sonnette, semblable à celle que représentent les *Pl XIV, XV* et *XVI*	1191	35

En ajoutant à la somme de 1191 fr. 35 centimes, celle de 2014 fr. 15 cent., à laquelle s'élèverait la construction d'une sonde, on voit que la dépense qu'exigerait la confection de tous les objets qu'il serait nécessaire de se procurer pour rechercher des eaux à une profondeur de 300 pieds (100ᵐ) environ, s'élèverait à la somme de 3205 fr. 50 cent.

Nous ferons cependant remarquer que dans le cas où un propriétaire ne désirerait pas avoir une sonde et une chèvre aussi soignées dans leur construction que celles dont nous avons donné une description détaillée, les dépenses qu'il aurait à faire seraient alors moins considérables, et s'il

pensant que la sonde ne dût pas atteindre une profondeur de plus de 150 pieds (50m), il pourrait se servir d'un engin semblable à celui que représentent les *Pl. X* et *XI*, dont la construction n'entraînerait pas une dépense de plus de 450 fr, en supposant toutefois que les différentes pièces ne soient assemblées qu'avec des chevilles de bois, et qu'il n'y ait aucune ferrure. Quant à la dépense de la sonde, elle ne s'élèverait, si le terrain ne présentait que peu de difficultés à traverser, qu'à 1558 fr (page 106). Ainsi, avec une somme totale de 2008 fr, ce propriétaire pourrait commencer ses travaux de recherches. Mais comme dans cet ouvrage nous avons dû envisager la question sous le point de vue le plus général, il devenait nécessaire que nous présentassions, pour une profondeur déterminée, un devis complet des dépenses qu'entraînerait la construction d'une sonde et d'une chèvre, et tel qu'il devrait être établi dans le cas où une ville, un département ou un établissement public désireraient se procurer les objets dont ils auraient besoin pour entreprendre des recherches d'eaux souterraines.

Déjà plusieurs conseils-généraux, sur la demande de MM. les préfets, ont voté des fonds pour que leur département possédât une sonde et une chèvre complètes, et il est à désirer que cet exemple soit suivi par d'autres conseils-généraux. Comme la plupart des propriétaires, dans la crainte que leurs recherches soient sans succès, hésitent à se procurer ces objets, dont la dépense est d'ailleurs assez élevée pour que nous ne puissions les engager à en faire l'acquisition que dans le cas où quelques-uns d'entre eux se

réuniraient pour la supporter, le département dans lequel seraient situées leurs propriétés leur rendrait alors un grand service en leur confiant une sonde, à la charge par eux de l'entretenir. Cette sonde serait propre, non-seulement à des recherches d'eaux souterraines, mais elle pourrait également être employée, dans les départemens où la constitution du sol exclurait de semblables recherches, à constater la présence de mines dont l'existence ne serait que soupçonnée. La découverte des immenses couches de sel gemme de Vic, département de la Meurthe, prouve son extrême utilité, et peut-être que sans son secours, ces richesses minérales n'eussent jamais été livrées à nos besoins.

Motifs qui ont engagé à ne donner dans ce chapitre qu'une description succincte de quelques opérations relatives au sondage.

§ 50. Comme notre but a été de consacrer exclusivement ce chapitre à la description de la sonde, et de tous les instrumens et machines que l'on emploie pour rechercher des eaux souterraines, nous ne nous sommes occupés que très succinctement des opérations relatives au sondage, et seulement autant qu'il le fallait pour mettre plus de précision et de clarté dans la description de quelques-uns de ces instrumens. Ces opérations feront donc la matière du chapitre suivant, dans lequel nous comprendrons en même temps tout ce qui a rapport à la construction et à l'enfoncement des coffres et des buses.

CHAPITRE IV.

Inconvéniens de ne pas entreprendre les travaux de sondage sur de grandes dimensions.

§ 51. Lorsque l'on construit depuis long-temps dans un canton des fontaines jaillissantes, on peut alors avoir des données presque certaines sur la nature des terrains dont les calcaires sont recouverts, et par conséquent apprecier le genre de difficultés que l'on doit rencontrer dans le percement de nouvelles fontaines, mais si l'on s'éloigne de ce canton, l'on n'est plus à même de reconnaître la succession de toutes les couches que l'on doit traverser pour rechercher des eaux vives, et l'on se trouve alors souvent arrêté dans le cours de ses travaux par des difficultés imprévues. Presque toujours elles sont dues aux faibles dimensions des premiers coffres que l'on emploie, et qui ne permettent pas qu'on en introduise successivement d'autres au milieu d'eux, ce qu'on ne peut éviter cependant si l'on veut parvenir à de grandes profondeurs. Ainsi, près de l'embouchure de l'Authie (*voir la position de cette rivière sur la Pl. Ire*), quoique l'on se soit servi de trois coffres de différentes grandeurs, on n'en a pas moins été obligé d'abandonner des travaux à l'aide des-

quels on avait déjà traversé 60 pieds (19m,49) de sable, 20 pieds (6m,497) de tourbe, 3 pieds (0m,975) de cailloux, et 30 pieds (9m,745) d'un sable d'une couleur différente de celle du premier, parce qu'ils ne pouvaient être continués sans un quatrième coffre, et malheureusement les dimensions du premier n'ont pas permis que l'on en introduisit plus de deux dans son intérieur

Lors donc qu'on aura l'intention de rechercher des fontaines montantes de fond dans des pays où l'on soupçonne qu'il doit exister des masses de sable considérables, telles, par exemple, que celles qui couvrent le nord de la France et de la Belgique, il faut alors construire les premiers coffres de manière à ce qu'on puisse en introduire jusqu'à cinq dans leur intérieur Par ce moyen, l'on sera presque toujours certain de parvenir à une grande profondeur, et de traverser des masses de sables montant de 70 à 80 mètres d'épaisseur

La question proposée par la Société d'Encouragement doit être traitée dans sa plus grande généralité.

§ 52 Quoiqu'il soit rare de rencontrer des terrains qui présentent autant de difficultés à vaincre pour y rechercher des fontaines jaillissantes, que ceux dont nous venons de parler, nous traiterons cependant la question dans toute sa généralité Nous supposerons par conséquent qu'on ne peut arriver aux couches argileuses qu'en traversant des masses de sable dont les molécules n'ont que peu ou point d'adhésion entre elles, mais avant, nous croyons devoir

nous occuper de la construction des coffres, afin qu'on puisse mieux saisir l'ensemble et le but des opérations qu'exige leur enfoncement au milieu de ces sables mouvans.

Nature des planches dont on doit se servir pour faire les coffres.

§ 53. Les planches que l'on emploie pour la construction des coffres doivent être de bois d'orme, de celui que l'on appelle communément *tortillard*, parce qu'il résiste très bien sous les coups de mouton. Le chêne ne pourrait pas, à beaucoup près, présenter une aussi grande résistance, et les coffres que l'on en formerait seraient promptement détruits par suite des fentes que les coups de mouton feraient naître dans les planches qui les composeraient.

Concavité des couches ligneuses.

§ 54. Lorsque l'on assemble les planches entre elles, il faut toujours avoir soin que la concavité des couches ligneuses se montre sur les faces extérieures du coffre, parce que, comme ces planches tendent toujours à se courber du dehors en dedans, il faut alors profiter de cette disposition pour leur faire produire l'effet de voussoirs.

Causes auxquelles on doit attribuer la courbure des planches du dehors en dedans du coffre.

§ 55. Cette courbure des planches du dehors en dedans, lorsqu'elles sont placées comme nous venons de la dire,

provient de ce que la matière parenchymateuse contenue entre les couches concentriques ligneuses éprouve un retrait moins considérable que celui qui s'opère dans le sens des fibres qui composent ces couches. Or, par une suite de cette différence de retrait pendant la dessiccation d'une planche, elle doit nécessairement se voiler dans un sens opposé à la courbure des couches ligneuses qu'on remarque dans son épaisseur.

Description des coffres. Motifs d'après lesquels on n'en décrit avec détail qu'une seule espèce

§ 56. Comme nous avons dit que ces coffres devaient avoir différentes dimensions, on pourrait penser qu'il est nécessaire de les décrire les uns après les autres, mais nous ferons remarquer que si nous devions entrer dans les détails de la construction de chacun d'eux, nous tomberions dans des répétitions inutiles, car ces coffres doivent être construits absolument de la même manière, afin qu'ils aient tous la même solidité. Ainsi, puisque la différence qui doit exister entre les uns et les autres n'en apporte aucune dans la manière d'assembler les planches dont ils sont composés, nous ne nous occuperons que de la construction de ceux auxquels on donne 1 pied (m,325) de vide intérieur, d'autant plus qu'ils sont presque exclusivement employés dans le percement des fontaines dont l'établissement ne présente pas de grandes difficultés. Nous ne négligerons cependant pas de faire connaître les principales dimensions de tous ceux qu'on pourrait employer,

dans un même sondage, pour parvenir à une grande profondeur

Dimensions que les coffres doivent avoir. Manière d'assembler les planches qui les forment. Différence entre le coffre unique et le coffre partiel

§ 57. Pour construire le premier coffre partiel, c'est-à-dire celui qui doit être le plus profondement enfoncé (*le coffre unique est formé de la réunion de plusieurs coffres auxquels on donne, pour les distinguer de celui qu'ils composent, le nom de coffres partiels*), on prend quatre planches *ab*, *a'c'*, *cd* et *d'b'* (*Pl. XVIII*), *fig.* 106 et 107, d'une égale épaisseur, dont deux, celles *ab* et *cd*, ont 12 p. (3m,898) de longueur, et dont les deux autres *a'c'* et *d'b'*, n'ont que 9 pieds (2m,924). Pour les assembler, on commence par joindre les deux plus petites *a'c'* et *b' d'*, à celle *ab* en les plaçant dans les rainures *ma'* et *bq'*, *fig.* 107, pratiquées sur toute la hauteur *ab*, *fig.* 106, et on les fixe avec des clous *ee* distans les uns des autres de 1 pied (0m,325), qui entrent à partir des planches *a'c'* et *b'd'* dans celle *ab*, comme on le voit dans la *fig.* 107. Quant à ceux qui sont placés en *q'q'*, distans des premiers de 6 pouces (0m,162), ils entrent d'abord dans la planche *ab*, et se prolongent ensuite dans celle *a'c'* et *b'd'*. Ces trois planches étant ainsi assemblées, on introduit alors dans les rainures qui existent à la partie supérieure de celles *a'c'* et *b'd'* deux languettes de fer *ss* (*on ne peut en voir qu'une dans la fig.* 106), dont les extrémités, terminées en

vis, traversent la planche *ab*, à l'aide de trous faits en p', et que l'on serre contre cette planche avec des écrous 1, 2 et des rondalles de tôle 3 et 4. Pour terminer le coffre, il ne s'agit plus que de fixer aux trois planches *ab*, $a'c'$ et $b'd'$, celle désignée par les lettres *cd*. Pour cela, on met la planche *ab* dans une position horizontale, et l'on place celle qui doit lui être parallèle, sur les deux verticales $a'c'$ et $b'd'$, de manière à ce que les rainures $a''a'''$ et $b''c'$, *fig.* 107, que l'on y a pratiquées, coïncident parfaitement avec l'épaisseur des planches $a'c'$ et $b'd'$, et que les trous percés en *r* soient dans une position telle, qu'ils puissent recevoir les vis *rp*, qui, comme celle $p'g'$, sont fixées à la planche *dc* par des rondalles et des écrous. On consolide enfin cette planche *dc* avec celles qui lui sont adjacentes, par des clous $e'e$, $q''q'$ semblablement placés que ceux *ee qq*. Le premier coffre partiel étant ainsi construit, on le garnit d'un sabot dont on voit toutes les dimensions dans les *fig.* 106, 108 et 109. Comme l'extrémité doit en être très bien acérée, on le forme de deux bandes de fer, au milieu desquelles on en soude une d'acier *no*, *fig.* 108. Ce sabot est ajusté à l'extrémité du coffre, et y est fixé à l'aide de clous ou de chevilles de fer *ac* et *df* enfoncés sur les quatre faces de ce coffre, lesquelles sont garnies intérieurement et extérieurement de plaques de tôle *ab*, *bc*, *cd* et *gf*, représentées en élévation, on profil et en plan, par les *fig.* 105, 108 et 109. Les faces extérieures de ce sabot doivent être un peu en dehors du prolongement de celles du coffre, afin de diminuer, autant que possible, lorsqu'on enfonce celui-ci, la pression qu'exercent sur ses parois les terres dont il est entouré.

Digitized by Google

Longueur et largeur des planches qui composent les coffres partiels

§ 58. Le second coffre partiel, c'est-à-dire celui qui doit immédiatement s'adapter sur le précédent, se compose de quatre planches *ab*, *cd*, *ef*, *gh*, *fig* 110 et 111, égales en longueur, et qui sont deux à deux de la même largeur que celles dont est formé le premier coffre. Les deux planches *ab* et *ef*, *fig* 111, surpassent d'un côté celles *cd* et *gh* d'une hauteur *g'h'* égale à la différence qui existe entre les grandes et les petites planches du premier coffre partiel, tandis qu'à l'extrémité opposée, celles *cd* et *gh* se prolongent au-dessous des deux *ab* et *ef* d'une quantité *mn* égale à *g'h'*. Si donc on développe sur un même plan ces quatre planches, elles auront entre elles la position que l'on voit dans la *fig* 111. Pour apprécier l'avantage qu'il y a de les disposer ainsi, supposons que le premier coffre, par les moyens que nous décrirons ci-après, soit entré dans le sol jusqu'à ce que l'extrémité supérieure des planches *n'c'*, *b'd'*, *fig* 106, ait atteint le niveau du sol, et supposons en outre qu'on veuille l'enfoncer plus avant dans ce cas, pour y parvenir, on prend le second coffre *h*, *fig* 110, et on le place sur le premier, de manière que les planches *ab* et *ef* s'appliquent sur celles *ab* et *dc*, *fig* 106, à l'aide de rainures faites aux extrémités *pq* et *ox*, *fig*. 111, des premières planches, et dans lesquelles entrent, sur la moitié de leur largeur, les languettes *g''*, *fig* 106. (*Nous n'en avons représenté qu'une dans cette figure pour qu'on puisse voir la rainure pratiquée en y*.) Les planches

du premier coffre et celles *ab* et *ef* du second s'assemblant donc, comme on le voit en *g''g'*, *fig.* 110. Quant à celles *cd* et *gh*, *fig.* 111, à l'extrémité desquelles sont aussi pratiquées des rainures, elles s'adaptent aux planches *a'c'* et *b'd'*, *fig.* 106 et 107, suivant des lignes horizontales *a'b'*, *fig.* 110, et sont jointes ensemble par les languettes *ss*, *fig.* 106. Pour consolider ensuite l'assemblage de ces deux coffres, on cloue, sur une hauteur *a'x*, *fig.* 110, les planches du second avec celles du premier, et l'on fait entrer de petites pièces cylindriques de fer *e'e'e'e'* dans l'épaisseur des planches *cd* et *gh*. Ces petites pièces étant terminées par des vis, on peut y adapter, de part et d'autre des planches *ab*, *bz*, *ef* et *dé*, des rondelles et des écrous, en ayant soin que ceux-ci ne outre-passent pas les faces de ces mêmes planches. Ces dernières sont jointes ensemble, comme nous l'avons dit, par des languettes de fer qui se terminent chacune par quatre petites pattes *g''g''*, etc., *fig.* 110. Ainsi, par la disposition qu'on donne aux planches de ces deux coffres (*et il faut remarquer ici qu'un troisième s'adaptera sur le second comme celui-ci s'adapte sur le premier, et ainsi de suite*), on a l'avantage de n'en former, pour ainsi dire, qu'un seul et unique, dont la solidité doit être très grande, puisque les différentes parties qui le composent s'entrelacent parfaitement les unes dans les autres. En général, on ne peut apporter trop de soins dans la confection de ces coffres, car souvent de leur parfaite exécution dépend le succès des travaux que l'on entreprend. Il faut donc s'assurer, avant de les employer, que toutes leurs parties ne présentent aucune défectuosité.

Digitized by Google

Description de coffres cylindriques. Avantages qu'ils présentent sur ceux qui sont carrés.

§ 59. Nous avons décrit avec détail, dans le paragraphe précédent, les coffres dont on s'est jusqu'à présent servi pour maintenir les couches de sable qui, souvent, sont superposées aux terrains de calcaire crayeux, et l'expérience a depuis long-temps prouvé que l'on parvenait presque toujours, lorsque le sondage était conduit avec habileté, à traverser, en les employant, ces couches de sables mouvans. Cependant, on ne peut disconvenir que leur enfoncement présente quelquefois de grandes difficultés, car les outils qui servent à leur ouvrir un passage, ne font qu'une ouverture égale au cercle que l'on inscrirait dans ces coffres. Ainsi, il faut nécessairement qu'ils déplacent eux-mêmes les parties intactes des terrains au-dessous desquels le trou de sonde doit s'enfoncer. Or, ces terrains, lorsqu'ils sont d'une nature très friable, exercent une pression souvent si considérable sur la surface extérieure de ces coffres, qu'on ne peut les faire descendre, quels que soient d'ailleurs les moyens que l'on emploie pour y parvenir.

Ces différentes considérations nous ont fait penser qu'on pourrait, avec un très grand avantage, substituer des coffres cylindriques à ceux dont on se sert habituellement. Quoiqu'on n'en ait point encore fait usage, nous n'hésitons pas à engager les propriétaires qui seraient dans l'intention de rechercher des eaux souterraines, de les employer exclusivement. Il est vrai que leur construction

présente un peu plus de difficulté que celle des coffres carrés, mais ce motif ne peut cependant s'opposer à ce qu'on les préfère à ceux-ci. Quant aux dépenses auxquelles ils donnent lieu l'un et l'autre, nous prouverons, ainsi que nous nous en sommes assurés, en en faisant construire un de chaque espèce, qu'elles diffèrent entre elles d'une somme à peu près égale au cinquième de celle que coûte la construction d'un coffre carré, mais ce surcroît de dépense serait bien promptement couvert par l'économie que présenterait ce les opérations de sondage

Comme dans la description que nous allons donner des coffres cylindriques, nous supposerons qu'ils aient, ainsi que nous l'avons fait pour ceux dont nous nous sommes précédemment occupés, 1 pied (0m,325) de vide intérieur, et 2 pouces (0m,054) d'épaisseur, il s'ensuit que si l'on compare les surfaces de terrain qu'ils doivent l'un et l'autre déplacer à mesure qu'ils s'enfoncent, on trouvera que celle qui correspond au coffre carré, est à celle sur laquelle doit agir le coffre cylindrique, dans le rapport de 1,53 à 1, et que les surfaces extérieures qui terminent ces mêmes coffres sont entre elles comme les nombres 1,24 et 1. Ainsi, puisque la pression des terrains environnans est en raison de l'étendue de ces surfaces, il est évident que l'on parviendra bien plus facilement à enfoncer des coffres cylindriques que des coffres carrés

Afin que l'on puisse, avec nos dessins, faire exécuter ceux dont il est question dans ce paragraphe, nous allons entrer dans tous les détails qu'exige leur construction, et nous pensons qu'ils seront facilement com-

pris, si l'on consulte l'explication des *fig.* 112, 113 et 114, *Pl. XIX*, qui se trouve à la fin du volume, et si l'on se rappelle la description que nous vous donnée des coffres carrés.

Pour former le premier coffre partiel cylindrique, on prend huit madriers de 7 pouces (0m,189) de largeur, et de 3 pouces (0m,081) d'épaisseur, que l'on taille de manière à ce qu'ils aient la forme que représentent les *fig.* 112 et 114, quatre de ces madriers, ceux *p*, *r*, *t*, *x*, dont la longueur est de 9 pieds (2,m923), sont terminés, à leur partie supérieure, par des feuillures de 4 lignes (0m,009) de profondeur, et de 9 lignes (0m,020) de hauteur, et les quatre autres, qui sont de 3 pieds (0m,975) plus longs que les précédens, et qui sont du même terminés par des feuillures à leur partie supérieure, en présentent encore une autre à laquelle on donne 1 pouce 6 lignes (0m,041) de largeur (*Celle dont nous parlons ici est indiquée dans la fig.* 112 *par les lettres a', c', et se trouve située à* 2 *pieds* 11 *pouces* 3 *lignes* (0m,954) *au-dessous des premières feuillures*). Lorsque tous ces madriers sont ainsi préparés, on se sert, pour les assembler, de deux plateaux circulaires de bois que l'on place de champ, et sur lesquels on fixe horizontalement un premier madrier *abcd*, à l'aide de petites chevilles de fer qu'on doit retirer lorsque le coffre est terminé. On en ajuste ensuite un second *p*, près de celui *abcd*, et pour qu'ils soient fixés l'un à l'autre très solidement, on emploie des clous de 3 pouces (0m,081) de longueur, qui entrent d'un madrier dans l'autre. Comme on les fait alterner en espaçant de 1 pied (0,325) ceux qui pénètrent un même madrier, ils ne

sont alors distans les uns des autres que de 6 pouces (0,m162). Deux madriers sont toujours joints ensemble de manière que la feuillure supérieure de l'un d'eux corresponde exactement au point g', *fig.* 112, placé au milieu de la largeur de la feuillure intérieure $a'o'$ de l'autre, laquelle se projette suivant l'arc de cercle ponctué $s'h$. Ces madriers étant ainsi fixés, on en applique d'autres de la même manière sur les plateaux dont nous venons de parler, et lorsque les quatre *abcd*, *p*, *g* et *r*, *fig.* 114, sont solidement ajustés, on introduit dans les feuillures de ceux *abdc* et *g* une fiette de fer de 4 lignes (0m,009) d'épaisseur, de 18 lignes (0m,041) de largeur, et que représente la circonférence ponctuée de la *fig.* 114. Lorsqu'elle est placée, on introduit dans les trous que l'on y a pratiqués, de petits boulons à tête perdue, que l'on serre avec des écrous à oreilles, comme l'indiquent les *fig.* 119 et 120. Ces écrous se trouvent logés ainsi que la rondelle de fer, sur laquelle ils s'appuient, dans une entaille pratiquée dans l'épaisseur du bois. On ajuste également sur les plateaux les quatre derniers madriers *h*, *i*, *o*, *x*, et l'un arme le coffre qu'ils forment, lorsque sa partie inférieure a été taillée en biseau, *fig.* 115, d'un sabot de fonte *bmsq*, ou bien, si l'on ne peut s'en procurer un, on entaille l'extrémité des madriers sur une hauteur de 4 pouces (0m,108), *fig.* 117, et on les entoure d'une large bande de tôle ou de fer *b*, *c*, *q*, terminée en biseau *p*, *q*, *o*, *n*, de manière que sa face intérieure *qo*, soit exactement dans le prolongement de celle *od*.

Le premier coffre partiel cylindrique ainsi construit, présente une grande solidité, et on l'enfonce dans le trou

de sonde comme le premier coffre carré. Lorsque les madriers les plus petits sont parvenus au niveau du sol, on place au-dessus d'eux un second coffre *abcd*, *fig.* 113, auquel on en fait succéder un troisième, un quatrième, etc., suivant l'épaisseur des sables que l'on doit traverser. Tous ces coffres sont absolument construits de la même manière, et sont armés de deux frettes de fer *op* et *gh*, disposées comme le représente la *fig.* 113. Les parties *an*, *rs*, *bq*, des madriers *ax*, *ry* et *bi*, s'adaptent dans les rides que laissent entre eux ceux du coffre inférieur, et lorsque leurs arêtes se correspondent parfaitement, on les fixe les uns aux autres avec des clous d'étain, comme nous l'avons dit, de 6 pouces (0m,162). Ces coffres partiels ainsi reunis, présentent donc comme ceux qui sont carrés, un coffre unique dont les surfaces intérieure et extérieure sont parfaitement planes.

Les *fig.* 112, 113 et 114, dans lesquelles nous avons eu soin de projeter toutes les lignes qui peuvent concourir à rendre la construction de ces coffres plus facile à saisir, en donnent une idée parfaite, et l'on pourra, sans difficulté les faire exécuter.

Il ne nous reste plus maintenant qu'à présenter, pour qu'on puisse les comparer, les dépenses que exige la construction des coffres carrés et des coffres cylindriques.

Devis d'un coffre carré construit en bois d'orme.

§ 60. Ce coffre étant composé de quatre madriers, dont deux ont 1 pied ¼ pouces (0m,433) de largeur, 2 pouces (0,m054) d'épaisseur, et 12 pieds (3m,898) de longueur, et de deux autres qui ont même longueur et épaisseur que

les premiers, mais qui n'ont que 12 pouces (0m,325) de largeur, il s'ensuit que les bois qu'on doit se procurer pour la construire présentent un volume de 3 solives 8 pouces, ou de 3,19 décistères, et comme le prix de la solive ou du décistère, pour former ces madriers, peut être porté à 6 fr. 50 cent., les 3,19 décistères occasionneront :

1°. Une dépense de	20 fr.	69 c.
2°. Ces madriers exigeront, pour être taillés, dressés et assemblés, quatre journées et demie de travail d'un ouvrier, à 3 fr. la journée	13	50
3°. Quatre livres de clous à tête de diamant, pour assembler ces madriers entre eux, de 3 pouces et demi (0m,095) à 4 pouces (0m,108) de longueur, à 60 cent. la livre	2	40
4°. Deux boulons rectangulaires de 16 pouces (0,433) de longueur, de 6 lignes (0,m014) d'épaisseur, et de 18 lignes (0m,041) de largeur, terminés par des vis, et servant à joindre les madriers de 12 pouces (0m,325) avec ceux de 16 pouces (0m,433), pesant ensemble 8 livres, à 1 fr. 40 cent. la livre, compris écrous et rondelles	11	20
5°. Deux pièces de fer rectangulaires, de mêmes dimensions que les boulons, et qui se placent dans les rainures pratiquées aux parties supérieure et inférieure des larges madriers de deux coffres partiels, pesant ensemble 9 livres, à 1 fr. 30 cent. la livre	11	70
Total de la dépense d'un coffre carré	59 fr.	49 c.

Devis d'un coffre cylindrique.

§ 61. Ce coffre étant composé de huit madriers de 12 pieds (3m,898) de longueur, de 2 pouces (0m,054) d'épaisseur, ne peut être construit qu'avec des pièces de bois de 7 pouces (0m,189) de largeur, de 3 pouces (0m,081) d'épaisseur, et de 12 pieds (3m,898) de longueur.

D'après ces dimensions, le volume de ces pièces doit être de 4 solives 4 pieds, ou de 4,80 décistères. Or, en supposant que chaque décistère coûte 5 fr. 5o cent., les 4,80 décistères entraîneront :

1°. Une dépense de	26 fr.	40 c.
2°. Ces madriers, pour être taillés, dressés et assemblés, exigeront huit journées de travail d'un ouvrier, à 3 fr. la journée	24	»
3°. Trois livres et demie de clous à tête de diamant, de 3 pouces (0m,081) de longueur, à 60 cent. la livre	2	10
4°. Deux frettes de fer de 18 lignes (0m,041) de largeur, de 4 lignes (0m,009) d'épaisseur, et de 12 pouces (0m,325) de diamètre, pesant ensemble 16 livres, à 1 fr. 20 cent. la livre	19	20
Total de la dépense d'un coffre cylindrique.	71 fr.	70 c.

En comparant les deux sommes de 59 fr. 49 cent. et de 71 fr. 70 c., qu'exige la construction de chacun des coffres dont nous nous sommes occupés, on voit que la différence

qu'elles présentent est à peu de chose près, ainsi que nous l'avons déjà dit, égale au cinquième de la première de ces deux sommes.

Comme jusqu'à présent on n'a employé que des coffres carrés, et que, d'après son programme, la Société d'Encouragement désirait principalement qu'on fît connaître les procédés que l'expérience avait confirmés, pour établir des fontaines jaillissantes, nous n'avons décrit, dans notre dernière édition, que cette seule espèce de coffres, mais nous sommes tellement convaincus qu'ils seraient avantageusement remplacés par des coffres cylindriques, que nous n'avons pas cru, dans cette seconde édition, devoir passer sous silence les détails qui tiennent à la manière de les construire.

Principales dimensions que doivent avoir les différentes espèces de coffres, pour qu'on puisse les introduire les uns dans les autres.

§ 62. Les différentes figures comprises dans les *Pl. XVIII* et *XIX*, font connaître toutes les dimensions que l'on doit donner aux coffres dont nous avons décrit la construction, mais si les terrains dans lesquels on doit rechercher des eaux souterraines exigeaient que l'on en employât quatre ou cinq de différentes grandeurs, on devrait alors leur donner des dimensions telles que le premier, *fig.* 140, *Pl. XXII*, eût extérieurement 2 pieds 9 pouces (0m,893) de largeur, et 2 pieds 3 pouces (0m,731) de vide intérieur, que les dimensions des différentes parties du deuxième fussent

de 2 pieds 1 pouces (0m,704) et de 1 pied 9 pouces (0m,568); celles du troisième de 1 pied 8 pouces (0m,541) et de 1 pied 3 pouces et demi (0m,420), celles du quatrième de 1 pied 2 pouces 10 lignes (0m,402) et de 11 pouces (0m,298), et celles du cinquième, de 10 pouces 8 lignes (0m,277) et de 7 pouces 4 lignes (0m,198).

Comme nous avons dit précédemment que nous traiterions, dans toute sa généralité, la question relative au percement d'une fontaine dans des terrains qui présentaient de nombreuses difficultés, nous supposerons que nous devons employer cinq coffres pour dire à même de parvenir aux couches de calcaire crayeux qui renferment les eaux dont cette fontaine doit être alimentée ; et c'est même d'après cette supposition que nos dessins, contenus dans les *Pl. XXI*, *XXII* et *XXIII*, ont été faits.

Manière de former et de boiser l'excavation dans l'intérieur de laquelle on doit manœuvrer la sonde et enfoncer les coffres.

§ 63. Lorsque l'on a déterminé l'emplacement où l'on doit établir une fontaine jaillissante, on creuse, afin d'éviter de construire un échafaudage, et pour pouvoir en même temps travailler avec facilité, un puits cylindrique de 15 à 18 pieds (4m,872) à (5m,847) de profondeur, sur 5 pieds (1m,624) environ de diamètre, et dont on soutient les parois en le boisant suivant la méthode que nous allons décrire.

Supposons d'abord que le boisage soit exécuté depuis la partie supérieure du puits jusqu'en *mn*, *fig.* 135, et qu'on veuille le prolonger, deux ouvriers se placent alors en *mn*, et enlèvent, à l'aide de la pioche et de la pelle, sur une hauteur de 3 pieds (1^{m}) environ, toute la terre que renferme cet espace; lorsqu'ils sont arrivés en *ab*, l'un des deux sort du puits, et celui qui reste au fond prend douze ou quinze piquets de 8 à 9 lignes (0^{m},018) à (0^{m},02) d'épaisseur, et les place tout autour de l'excavation, en les enfonçant en terre sur une hauteur de 3 pouces (0^{m},975), comme on le voit dans les *fig.* 135 et 136; il prend ensuite de la paille; et, après avoir situé vers lui l'un des piquets, celui *a*, par exemple, il la place derrière en l'étendant d'une manière uniforme. Lorsqu'il en existe ainsi sur toute la hauteur *g'q'*, il fait au point *g'* une petite rainure qu'il continue lorsqu'il est vis-à-vis des autres piquets; et après y avoir aussi comprimé de la paille, il courbe un peu la partie supérieure de chaque piquet, afin de l'introduire derrière la perche *mn*. Lorsque cette opération, qui doit avoir lieu pour chaque piquet, est terminée, l'ouvrier du fond place tout autour du puits des gaules ou perches de frêne, dont la longueur est égale au développement de la circonférence de ce puits, et, pour y parvenir facilement, il en implante d'abord une en terre, celle *ab*, par exemple, *fig.* 135, en la tenant inclinée, et il la fait tourner en mettant le pied dessus, pour la forcer de se plier tout autour des parois du puits, comme on le voit en *aqb*. Cette première étant ainsi placée, il en pose deux ou trois l'une sur

l'autre, mais comme il serait difficile, en procédant ainsi, de mettre en place toutes les perches qui doivent composer le boisage du puits, on s'y prend de la manière suivante pour le continuer. L'ouvrier du fond reçoit de celui qui se tient constamment à la surface du sol, deux perches, l'une $n'p'$, *fig.* 135 et 136, dont il enfonce en terre l'extrémité inférieure o', et l'autre xy, qu'il place immédiatement au-dessus des trois ou quatre perches qui sont situées à la partie inférieure des parois du puits. Or, comme la perche $n'p'$ est toujours au-dessous de celle xy, et qu'elle pose sur l'épaule droite de l'ouvrier du fond, il peut alors, lorsqu'il veut commencer son travail, la rapprocher de la paroi cylindrique h, o, p, q, r, en ayant soin, tandis que celui de la surface en dirige la partie supérieure, de lui faire décrire une courbe à peu près circulaire, en commençant par le point h. Cet ouvrier du fond, tout en exécutant cette manœuvre, met le pied en d', *fig.* 136, sur la perche xy, et à l'aide de celle $o'p'$, il la force de se placer d'une manière horizontale autour du puits. Les autres perches se posent aussi successivement les unes sur les autres, jusqu'à ce que le vide intérieur an soit boisé.

D'après l'épaisseur qu'on donne ordinairement aux perches, il en faut une quarantaine pour boiser une hauteur de 3 pieds (1^m) environ; et un ouvrier adroit peut les placer en une heure et demie.

La partie an étant boisée, on s'enfonce alors de nouveau de 3 pieds (1^m), et l'on poursuit le boisage en opérant comme nous venons de l'indiquer. Or, si l'on a bien compris ce qui précède, on se rendra facilement compte de la manière

dont on s'y est pris pour placer les perches dans la première partie *mx* du puits. Lorsqu'on est parvenu à le boiser sur toute sa hauteur, on fixe tout autour de la perche qui affleure le sol de petits piquets inclinés, afin qu'elle ne puisse, ainsi que les deux ou trois qui sont au-dessous d'elle, changer de place.

Ce puits étant ainsi établi, on pratique dans le sol *a''b''*, *fig.* 135, que l'on aplanit le plus possible, quatre entailles *c'*, *d'*, *e''*, *f'*, *fig.* 136, *a''*, *c''*, *fig.* 135, dans lesquelles on place quatre pièces de bois qui se joignent ensemble, de manière à ce que leur surface supérieure affleure exactement le sol. Lorsqu'elles sont fixées, et qu'on a fait entrer dans l'espace intérieur *p'' q'' r'' s''*, qu'elles laissent entre elles, deux pièces de bois *m'*, *n'*, évidées chacune demi-circulairement, on établit un second assemblage semblable à celui-ci, à la partie supérieure du puits, et l'on fait, à l'aide d'un fil-à-plomb, correspondre la partie circulaire *k*, *fig.* 135, avec celle *v*, *fig.* 136, on est alors certain qu'en introduisant la tige de la sonde dans ces deux parties circulaires, elle descendra suivant une ligne parfaitement verticale.

Lorsqu'on présume que les travaux de sondage doivent être d'une longue durée, et que les terrains à traverser exigeront l'emploi de plusieurs coffres, il devient alors nécessaire de boiser très solidement l'excavation qui sert à faciliter les opérations, et voici comment on s'y prend pour exécuter ce boisage :

On établit un premier cadre composé de quatre pièces de bois *aacc*, comme on le voit *fig.* 139, *Pl. XXI*, et pour

qu'elles soient toujours perpendiculaires l'une sur l'autre, on consolide leur assemblage par des tasseaux *d'd'dd*, *fig.* 139, *Pl. XXI*. Ce premier cadre étant ainsi posé et fixé, on enlève les sables ou les terres qui se trouvent au-dessous, et l'on enfonce jusqu'à 2 pieds (0m,650) de profondeur des planches *ee* et *e'e'e'*, etc., derrière les pièces *aaac*, en ayant soin de les incliner comme elles le sont dans la figure que nous venons de citer. Lorsque l'on a enlevé 3 pieds et demi (1m,137) de sable, on établit un fond de l'excavation, que l'on unit parfaitement, un second cadre *qrst* semblable au premier, mais dont les pièces de bois n'ont plus que 5 pieds 4 pouces (1m,732) de longueur, et l'on continue d'enfoncer les palplanches *ee* et *e'e'*, etc., jusqu'à ce qu'elles aient la position qu'on leur voit dans les *fig.* 139 et 153. On place ensuite entre le premier cadre et le second, pour que la distance qui les sépare ne puisse varier, quatre pièces de bois verticales *kk*, et l'on enfonce derrière celles *qrst*, comme on l'a fait en posant le premier cadre, d'autres planches *ff* et *nn*, afin qu'elles puissent s'opposer aux éboulemens qui pourraient arriver dans la partie supérieure des terrains que l'on veut traverser. On s'enfonce ainsi à l'aide de cinq cadres successifs, dont les dimensions sont déterminées dans la *fig.* 139, jusqu'à la profondeur de 18 à 19 pieds (5m,848) à (6m,174). Cette excavation était faite avec soin, ne présente aucun danger, et les ouvriers peuvent y descendre avec sécurité. Le boisage que l'on construit ainsi est analogue à celui que l'on a pratiqué dans les mines de houille du pays de Tecklenburg, pour établir une galerie à 40 pieds (12m,994) de

profondeur dans le sable mouvant, et dont M *Héron de Villefosse* a donné la description dans son bel ouvrage *De la richesse minérale*.

Enfoncement des coffres. Construction de deux grillages, l'un supérieur, l'autre inférieur. Correspondance des vides formés par les madriers.

§ 64. Cette excavation étant totalement terminée, on établit, pour pouvoir enfoncer les coffres verticalement, sur les pieces *nnnn* du dernier cadre, *fig.* 139 et 142, *Pl. XXI* et *XXII*, quatre poutrelles *n'g*, *ki*, *lv*, et *xy* parfaitement perpendiculaires les unes sur les autres, et que l'on fixe à l'aide de chevilles qui entrent dans les pièces de bois *nnnn*. On pose de même quatre autres poutrelles sur les pièces *qrst* du second cadre, *Pl. XXII* (*nous ne les avons point représentées, parce qu'on les retire lorsque le coffre est enfoncé de 12 à 15 pieds* (3m,898) *a* (5m,873), en ayant soin que les vides des deux grillages dans lesquels doit entrer le premier coffre se correspondent parfaitement, et par conséquent que les surfaces des pièces de bois posées d'une manière analogue dans l'un et l'autre de ces grillages fassent partie d'un même plan vertical. Le coffre que l'on doit enfoncer, passant alors dans ces vides, se trouve maintenu verticalement. En outre, pour qu'il ne change pas de position, lors même que quelque leger mouvement aurait lieu dans ces grillages, on se sert de coins de bois de différentes épaisseurs, que l'on enfonce, ainsi qu'on le voit dans la *fig.* 139 et 142, *Pl. XXI* et *XXII*,

soit dans le grillage supérieur, soit dans celui inférieur, soit enfin dans les deux à la fois. Pour s'assurer si ce coffre est toujours dans une position parfaitement verticale, deux ouvriers prennent chacun un fil-a-plomb qu'ils appliquent exactement aux deux lignes tracées au milieu de deux de ses faces adjacentes, et ils examinent, lorsqu'il est soumis aux coups de mouton, s'il s'enfonce toujours verticalement. Dans le cas où il pencherait un peu plus d'un côté que de l'autre, on la redresserait au moyen des coins dont nous venons de parler.

Description de la manœuvre de la sonde avant de poser le premier coffre partiel.

§ 65. Lorsque l'on veut traverser les sables situés au-dessous de la base de l'excavation que l'on a pratiquée (*nous supposons ici que les grillages sont établis*), on prend une tarière semblable à l'une de celles que nous avons décrites, et l'on fait un trou, que l'on approfondit jusqu'à ce que le sable ne puisse plus se soutenir. Pour manœuvrer cette tarière, rien n'est plus facile : on attache l'anneau *abc*, *fig.* 25, *Pl. VI*, au câble *g*, on suspend dans l'étrier *def*, à l'aide d'un boulon *v*, la tige de la sonde, et l'on y adapte la branche de la tarière, mais avant de la mettre en mouvement, et pour que le trou qu'elle fore, ait son axe vertical, on place sur les quatre poutrelles, formant le grillage supérieur, quatre autres petites pièces de bois que l'on entaille de manière à ce que leurs faces supérieures soient dans un même plan, et on les

dologue assez les unes des autres pour qu'elles laissent entre elles un vide de la grandeur de celui *abcd*, *fig.* 143, *Pl. XXII*. Étant ainsi posées, on y introduit un bonnet composé de deux parties *bo* et *op*, *fig.* 145, dans chacune desquelles existe une ouverture demi-circulaire, comme l'indique la *fig.* 147. Lorsque ces deux parties sont réunies, et que la sonde se trouve contenue dans l'ouverture cylindrique qu'elles forment, elle doit alors se tenir dans une position verticale. Il est nécessaire ici, pour que les ouvriers puissent exécuter facilement les différens travaux qu'exigent la manœuvre de la sonde et l'enfoncement des coffres, que l'on établisse un plancher provisoire à l'aide de poutres et de madriers sur le second cadre *qrst*, *Pl. XXI*.

Opérations qu'il faut exécuter pour enfoncer le premier coffre.

§ 66. La tige de la sonde étant maintenue dans une position verticale, trois ou quatre ouvriers, en même temps qu'ils appuient dessus la manivelle fixée à cette tige à l'aide du coin *d*, *e*, *fig.* 19, *Pl. VI*, la font tourner, et forcent la tarière à s'enfoncer dans le sable. Lorsqu'elle en est remplie, on la ramène au jour après avoir enlevé les petites pièces de bois que l'on avait posées sur le premier grillage, et l'on s'occupe de placer le premier coffre partiel. Pour cela, on le suspend à l'aide d'une corde dont les extrémités sont attachées au câble de l'engin, de manière à ce qu'en le

dirigeant à la main, on puisse l'introduire facilement dans les vides des deux grillages. On ajuste ensuite à l'engin, *Pl. XIII*, une pièce de bois *mnpq*, que les *fig.* 149 et 150, *Pl. XXII*, représentent en plan et en élévation, en introduisant la partie supérieure de l'écoperche *g'h*, *fig.* 86, dans l'ouverture rectangulaire *abcd*, *fig.* 149, *Pl. XXII*, et en fixant entre l'extrémité de la pièce de bois *mnpq* à l'aide de l'autre ouverture *klyr* dans le poinçon *ab* de l'engin. Enfin, on attache la corde *stx* au câble *efg* pour consolider tout l'assemblage. Comme la pièce de bois *mnpq* porte une poulie de fonte soutenue par deux coussinets *p'* et *q'*, on passe dans la gorge de cette poulie une corde *e'f'o*, *Pl. XIII*, à l'une des extrémités de laquelle on suspend un mouton d'un poids de cinq cents livres environ, et que des hommes placés sur le plancher établi sur le second cadre *qrst*, *Pl. XXI*, soulèvent à l'aide de différentes autres cordes attachées à l'autre extrémité *e'*. Tout cet appareil étant monté, comme on le voit *fig.* 87, on adapte au-dessus des deux moises longues planches *a'c'* et *b'd'*, *fig.* 106 et 107, *Pl. XVIII*, du premier coffre partiel que l'on a déjà placé au milieu des deux grillages, deux autres planches de 3 pieds (0m,695) de longueur, fixées provisoirement à celles *ab* et *cd* avec des clous et une frette de fer. (*Tout ce que nous disons ici doit se comprendre facilement d'après les détails dans lesquels nous sommes entrés sur la construction des coffres.*) On introduit ensuite dans les rainures qui existent à la partie supérieure des deux grandes planches *ab* et *cd*, pour qu'elles ne soient pas endommagées par la chute du mouton, deux petites pièces de fer, et l'on recouvre la tête de ce

coffre d'un châssis que les *fig.* 143 et 144 représentent en plan et en coupe. Ce châssis est composé de quatre pièces placées à angle droit les unes sur les autres, et dont les deux *mn* et *rs* s'appliquent, comme l'indique la *fig.* 144, sur l'épaisseur des deux grandes planches *ab* et *cd*, *fig.* 106, *Pl. XVIII.* Quatre autres petites pièces *ef*, *gh*, *ik* et *lo*, *fig.* 143, sont posées sur celles dont nous venons de parler, afin de diminuer l'ouverture rectangulaire *abcd*, et reçoivent le bonnet *p*, *fig.* 87, *Pl. XIII.* Le mouton peut donc, dans ce cas, frapper sans danger sur le coffre, et l'enfoncer dans le trou fermé par la tarière. Pour que ce mouton s'élève toujours dans une même ligne verticale, on établit, *fig.* 139, *Pl. XXI*, sur deux des côtes du deuxième cadre *qrst*, une pièce de bois *l* pour soutenir l'écoperche *g'k'*, à laquelle on adapte une autre pièce *c'r'* que l'on peut à volonté changer de place. (*Voir l'explication des planches.*)

Lorsqu'au lieu de l'engin dont fait mention ce paragraphe, on emploie la chèvre-sonnette que nous avons décrite, on a l'avantage de pouvoir se servir d'une manivelle de 6 pieds (1,949) au moins de longueur, et par conséquent d'utiliser toute la force des hommes qui y sont appliqués, tandis qu'avec l'engin on ne peut en employer qu'une d'une longueur égale au double de la distance qui existe entre l'écoperche et le centre du trou de sonde. Si l'on veut faire agir le mouton sur les coffres à l'aide de cette chèvre, on aura soin de placer les montans verticaux qui doivent lui servir de guide, comme nous l'avons précédemment expliqué.

Assemblage des coffres partiels.

§ 67. Lorsque le premier coffre partiel est entré de quelques pieds dans le sable, on enlève la frette de fer et les petites planches que l'on avait ajustées à la partie supérieure de ce coffre, et pour pouvoir l'enfoncer plus profondément, on le surmonte d'un second, dont toutes les parties doivent parfaitement coïncider avec celles du premier. Lorsque les petites languettes de fer *ss*, *q''*, *fig* 106, sont entrées dans les rainures des planches de ce second coffre, on en consolide l'assemblage avec le premier, comme nous l'avons expliqué précédemment. Cette opération terminée, on remet à la partie supérieure du second coffre les petites planches que l'on a retirées du premier, la frette de fer qui sert à les fixer, et l'on place deux petites pièces ou lames de fer dans les rainures des planches *ab* et *ef*, *fig.* 110, *Pl XVIII*. On redescend ensuite, dans l'intérieur de ces deux coffres, la tige de la sonde, à laquelle on ajuste un des instrumens que nous avons décrits; on replace de nouveau les deux pièces *bo* et *op*, *fig* 146, *Pl. XXII*, qui servent à la maintenir dans une position verticale, et les ouvriers se remettent à la manivelle et recommencent à travailler. Si le sable qu'ils retirent avec les tarières devient trop mouvant, on adapte alors à la tige de la sonde l'instrument représenté par les *fig.* 66 et 67, *Pl. IX*, qui, dans ce cas, peut être employé avec succès. Lorsque l'on a ramené une certaine quantité de ce sable au jour, on replace de suite sur le coffre les châssis, *fig* 143 et 144,

Pl. XXII, ainsi que le bonnet *p*, *fig.* 87, *Pl. XIII*, et l'on recommence à faire agir le mouton. Il est important de ne pas attendre que l'on ait enlevé plusieurs pieds de sable pour enfoncer les coffres, et il est nécessaire d'alterner le plus souvent possible le travail par lequel on retire ces sables, et celui qu'exige l'enfoncement de ces coffres; on se conduisant ainsi, l'on est bien plus maître de l'opération, et l'on redoute moins les effets que peuvent produire les éboulemens qui s'opèrent presque toujours dans les masses de sable que l'on traverse.

Plancher construit à la partie supérieure de l'excavation. Facilité qu'il donne à manœuvrer la sonde et à enfoncer les coffres.

§ 68. Lorsqu'on a réuni deux coffres partiels, on établit un plancher au niveau de l'excavation que représente la *fig.* 139, *Pl. XXI*, à l'aide de pièces *t t'* qui reposent sur celles *a a* du premier cadre, et de madriers *s's'*, qu'on lève à volonté. Au moyen de ce plancher et de celui que supportent les pièces de bois *qrst*, on peut facilement et manœuvrer la sonde et diriger l'enfoncement des coffres.

Enfoncement du premier coffre unique. Emploi d'un second coffre unique. Manière de l'introduire dans l'intérieur du premier.

§ 69. Le premier coffre unique, formé de la réunion de plusieurs coffres partiels, ayant de grandes dimensions, on éprouve beaucoup de difficultés à l'enfoncer, mais

comme on cherche seulement avec ce coffre à maintenir les premières couches de sable sur une hauteur de 25 à 30 pieds (8m,121) à (9m,745) environ, et comme il a d'ailleurs des dimensions telles qu'on peut en introduire jusqu'à quatre dans son intérieur, on l'abandonne lorsque le mouton, par sa chute, ne produit presque plus d'effet sur lui. Dans ce cas, on en descend un second, auquel on donne des dimensions égales à celles que nous avons précédemment rapportées. Pour le faire facilement, on introduit d'abord celui des coffres partiels qui est armé d'un sabot, et l'on passe, à 3 pieds (0m,975) au-dessous des arêtes supérieures qui terminent les plus longues planches de ce premier coffre partiel, et au milieu de leur largeur, une barre de fer de 1 pouce (0m,027) d'équarrissage, aux deux extrémités de laquelle on attache une corde, que l'on adapte, à l'aide d'un crochet en *s*, au câble de l'engin. Lorsque ce coffre est dans une position verticale, on le descend jusqu'à ce que les extrémités de la barre de fer qui le traverse, soient posées sur le premier coffre unique que l'on a recepé au niveau du plancher établi sur le second cadre *rst* de l'excavation représentée dans la *Pl. XXI*. Étant ainsi dans une position fixe, on y joint un second coffre partiel d'après les moyens que nous avons décrits, et l'on passe dans la partie supérieure de celui-ci, ainsi qu'on l'a fait pour descendre le premier, une autre barre de fer, à laquelle on attache la corde que l'on a retirée de la première, pour l'adapter de nouveau au câble de l'engin. Ces deux coffres étant parfaitement assemblés, on les soulève ensemble, afin de retirer la barre de fer qui soute-

mant le premier coffre partiel sur le coffre unique précédemment enfoncé, et on les descend ensuite tous deux jusqu'à ce que la seconde barre ait la même position qu'avait la première. On ajoute ainsi autant de coffres partiels les uns au-dessus des autres, qu'il en faut pour parvenir au point où s'est arrêté le premier coffre unique. Cette opération terminée, on fait agir la tige de sonde, et lorsque l'instrument qui lui est adapté a ramené au jour 1 pied cube (34,277 décist.) de sable, on le retire, et l'on commence, à l'aide du mouton, à battre les coffres pour les forcer de descendre. Ces seconds coffres, en s'enfonçant, ne communiquent plus alors, comme les premiers, d'ébranlement à toute l'épaisseur de la couche de sable, et il ne doit plus en effet se faire sentir que sur une hauteur égale à la différence qui existe entre la longueur du premier coffre unique et celle du second.

Autre moyen que l'on pourrait employer pour descendre les coffres

§ 70. Dans le cas où l'on craindrait que les trous formés dans les coffres partiels par les barres de fer qui servent à les descendre ou à les soutenir, ne diminuassent leur solidité, on pourrait employer le moyen dont on se sert pour introduire les buses dans l'intérieur du trou foré, moyen que nous décrirons lorsque nous nous occuperons de la confection de ces buses.

Digitized by Google

Obstacles que l'on rencontre dans l'enfoncement des coffres. Moyens de les éviter.

§ 71. Il faut toujours avoir l'attention, comme nous l'avons déjà recommandé, de faire agir le mouton sur les coffres aussitôt qu'ils se sont enfoncés de 7 à 8 pouces (0m,189) à (0m,217) dans le sable. L'opération devient, à la vérité, très longue, mais le temps, dans ce cas-ci, ne doit point être pris en considération, si il est en effet bien préférable de sacrifier quelques journées pour agir à coup sûr, que de courir les chances, en trop se pressant, d'être obligé de recommencer. Il arrive cependant encore, quoique le travail ait été bien conduit, et lorsque le second coffre unique est enfoncé au-dessous du sol de 60 à 80 pieds (19m,490) a (25m,987), que le sable remonte dans son intérieur de 12 à 15 pieds (3m,898) à (4m,873), et force de recommencer le travail pénible que l'on avait terminé. Cet effet provient surtout de l'ébranlement qu'il est impossible de ne pas communiquer aux masses de sables qui se trouvent derrière ce coffre lorsqu'on fait agir le mouton. Cet effet est même quelquefois produit si subitement, et ces sables, en raison de la ténuité et de la mobilité de leurs molécules, agissent tellement comme un liquide, que souvent on n'a pas le temps de retirer les instrumens, et qu'on est obligé de les abandonner.

Élasticité des planches des coffres. Annihilation qu'elle produit dans l'effet du mouton. Description d'un autre procédé pour continuer l'enfoncement de ces coffres.

§ 72. Quelquefois aussi la pression qu'exercent les sables contre les faces extérieures des coffres est tellement grande, que les coups redoublés du mouton ne produisent plus qu'un très petit effet. Nous avons vu à Calais donner sur des coffres enfoncés de 7,7 pieds (2m,501) dans un sable très mouvant, jusqu'à onze volées de trente coups chacune, avec un mouton pesant plus de sept cents livres, sans qu'ils pussent descendre pendant ce temps de plus de 1 pouce (0m,027). L'élasticité des planches dont sont formés ces coffres s'oppose, dans ce cas, à ce que les effets que pourrait produire le mouton se communiquent à leur extrémité. D'un autre côté, si l'on veut, à cause de la faible hauteur à laquelle ce mouton est soulevé par les hommes, se servir d'une sonnette à déclic, on ne pourrait l'employer que pendant très peu d'instans, parce que les fibres des planches des coffres ne pouvant offrir assez de résistance au mouton mû par cette sonnette, se refoulerait sur elles-mêmes, et ces coffres seraient promptement détroits. Et en effet, la chute des deux moutons des sonnettes à tirandes et à déclic, développant des forces vives, dont les effets sur les coffres à enfoncer sont en raison des poids de ces mêmes moutons et des carrés des vitesses qu'ils acquièrent à la fin de leur chute, il s'ensuit, puisque la résistance qu'offrent ces coffres est sur le point d'être vain-

cue par les effets du mouton de la sonnette à tirandes, qu'ils ne pourraient résister à l'effort de celui de la sonnette à declic : il faut alors, dans ces seconds coffres, en descendre d'autres qui aient de moins grandes dimensions, ce que l'on fait facilement en suivant le même procédé que celui que nous avons décrit. Cependant, comme il ne faut introduire ces troisièmes coffres dans les seconds qu'à la dernière extrémité, on peut encore, à l'aide d'un autre moyen, faire descendre ceux-ci lorsque le mouton n'a plus d'action sur eux. Ce moyen, que l'on a quelquefois employé, et dont on aurait pu contester les effets si l'expérience ne les avait pas pleinement confirmés, consiste à faire agir la sonde dans l'intérieur des coffres en même temps que l'on établit à leur partie supérieure une très grande pression. Mais on sent qu'on ne peut être à même de faire naître une pareille pression qu'à l'aide d'un point d'appui et de leviers, dont les effets sont en raison de leurs longueurs et de l'intensité de la force que l'on applique à l'une de leurs extrémités. Voici l'un des moyens que l'on peut employer pour établir ce point d'appui, et qui a été mis en usage, à quelques changemens près, à Calais. On dresse d'abord verticalement une pièce de bois *ab*, *fig.* 151, *Pl. XXIII*, et l'on y adapte, à l'aide de chevilles, des tasseaux *cd* et *ef*, que l'on voit sous deux sens différens dans les *fig.* 151 et 152. On enfonce ensuite aux points *k* et *l* des palplanches de 2 pouces (0m,054) d'épaisseur à forts coups de masse, et l'on établit perpendiculairement à leur direction quatre pièces de bois *oo* et *pp*, que l'on arc-boute contre les tasseaux *cd* et *ef*. D'après cette disposition, il

est évident, si la poutre *ab* éprouve une traction dans le sens vertical de *a* vers *b*, qu'elle sera retenue dans sa position primitive, puisque les pièces de bois *oo* et *pp* s'appuieront à son mouvement. Il est nécessaire ici, d'après la position du coffre, que les pièces *o* et *p* aient leurs analogues du côté de la face opposée à celle *a'b'*, ainsi qu'on le voit dans la *fig.* 152. Dans le cas où l'on craindrait que la poutre *ab* ne fût point fixée assez solidement, on établirait d'autres tasseaux *qr* et *o's*, *fig.* 151 et 153, contre lesquels s'appuieraient les pièces de bois *p'* et *q'*, que l'on placerait perpendiculairement aux palplanches *s'* et *t*. Si, malgré cette nouvelle charpente, cette poutre *ab* éprouvait encore quelques changemens dans sa position, il faudrait alors enfoncer de nouvelles palplanches au-dessus de celles *kls'* et *t*, *fig* 151 et 153, afin d'annuler l'effort qu'exerceraient contre elles les pièces de bois *oopppp* et *q'*

Manière d'établir l'assemblage des vis, des écrous et des leviers, pour obtenir une grande pression sur la tête des coffres. Évaluation des efforts produits sur ceux enfoncés dans la citadelle de Calais.

§ 73. La poutre *ab* étant dans une position fixe, on introduit dans les ouvertures circulaires pratiquées en *x* et *y*, *fig.* 151 et 154, deux pièces de bois ou de fer *xx* et *yy*, que l'on joint ensemble par des barres de fer *a''b''*, *a'''b'''*. On place ensuite sur le coffre *a'b'* le châssis *c'd'e'e'*, que nous avons représenté en plan et en coupe, dans les *fig.* 143 et 144, *Pl. XXII*, sur lequel on élève la charpente *a''p''*,

composée de pièces placées les unes au-dessus des autres, comme on le voit dans les *fig.* 151 et 154. Dans cet état, pour que cette charpente puisse éprouver une pression capable de faire descendre le coffre $n'B'$, on y pose deux arbres $x'u$ et $x'u$ de part et d'autre de la poutre ab, et dont on peut soulever les extrémités u avec un écrou $v'v'$, dans lequel entrent deux vis $d''d''$. En elevant donc, au moyen des leviers ki, cet écrou, on exerce, à l'aide des deux arbres $x'u$ et $x'u$, une pression sur la charpente $o''p'$ d'autant plus grande, que la hauteur des pas de vis est plus petite relativement à la circonférence décrite par l'extrémité des leviers k_1 et k_1, *fig.* 151 et 155, et qu'il y a plus de différence entre les longueurs xx' et xg'', situées de part et d'autre du point d'appui x. Nous avons vu à Calais des arbres de 15 pouces ($0^m,460$) de diamètre se rompre, et nous avons calculé que la pression qu'ils exerçaient au moment de leur rupture était equivalente à un poids de près de 50000 kilogrammes.

Position que tendent à prendre les vis, à mesure que les écrous élèvent l'extrémité des arbres posés sur la tête des coffres.

§ 74. Nous avons représenté les vis $d''d''$ comme ayant une direction perpendiculaire à celle des arbres $x'u$ et $x'u$, mais quoiqu'elles ne soient pas en réalité tout-à-fait placées ainsi, on sent cependant que plus les extrémités de ces arbres s'élèvent, plus aussi ces vis tendent à prendre la position que nous leur avons donnée dans la *fig.* 151.

Manœuvre de la sonde dans l'intérieur des coffres pendant le temps qu'on les fait descendre à l'aide de la pression exercée à leur partie supérieure.

§ 75. Tandis que la pression dont nous venons de parler s'exerce sur le coffre $n'b'$, on descend la tige de la sonde dans son intérieur, ce que l'on fait facilement, puisque les arbres $x'u$ et $x''u$ sont à une certaine distance l'un de l'autre (*et l'on conçoit que c'est pendant le temps qu'on ramène un jour l'instrument qui s'est rempli de sable, que cette pression produit le plus grand effet.*) Lorsque le coffre s'est enfoncé de quelques pouces, on démonte alors l'assemblage, on enlève la sonde et les arbres $x'u$ et $x''u$, et l'on élève la charpente $n''p''$, *fig.* 151, avec d'autres pièces de bois, puis l'on rétablit tout cet assemblage, afin d'exercer sur la tête du coffre $n'b'$ une nouvelle pression. Lorsqu'on voit qu'elle ne produit plus d'effet, et que l'on a employé tous les moyens qui, sans endommager ce coffre, pouvaient contribuer à en opérer l'enfoncement, il faut alors se résoudre à en introduire de nouveaux dans l'intérieur de ce dernier. A l'aide de cette succession de coffres, on parviendra enfin à traverser toutes les couches de sable, et à les isoler entièrement du vide intérieur que l'on aura formé.

La *fig.* 7 de la *Pl. IV* représente en coupe deux coffres et une buse, que l'on a enfoncés successivement pour parvenir aux couches de calcaire crayeux qui renferment les eaux qu'on cherche à ramener à la surface du sol.

Lorsque les sables sont très coulans, le travail se fait lentement. Cependant, on peut traverser les couches qu'ils forment si elles n'ont pas plus de 70 à 80 pieds (22m,74) à (25m,987) d'épaisseur, avec un seul coffre de 1 pied (0m,325) de vide intérieur, et composé de madriers de 2 pouces (0m,054) d'épaisseur, mais il serait néanmoins préférable d'employer deux coffres pour y parvenir.

Quoique nous nous soyons étendus sur les difficultés que présente l'établissement des fontaines jaillissantes dans des terrains de sable, nous avons cru cependant, pour ne rien laisser à désirer à ce sujet, devoir insérer ici un tableau présentant l'analyse d'un sondage entrepris dans des sables mouvans, et à l'aide duquel on peut suivre, jour par jour, l'approfondissement du coffre dont on s'est servi pour atteindre une profondeur de 77 pieds (25m,22).

NOMBRE des sables de sa vie	[illegible]	[illegible]	NATURE des [illegible]	OBSERVATIONS
	[illegible]	Il n'est arrivé, [illegible]		Le fond de l'excavation que l'on avait [illegible] étant de 18 pieds [illegible] (5m,80) au-dessous du sol le coffre n'a été [illegible] à la [illegible] au-dessous de cette profondeur
1er jour	3 3 6 1 07		Sable fluide comme de l'eau	
2	3 [illegible] 0,90	[illegible]	Idem.	
3	1 [illegible] 0,57	10 [illegible]	Idem.	On a [illegible], à partir du troisième jour, pour enfoncer le coffre, d'un [illegible] qui pesait 100 kilog.
4	2 [illegible]	10 [illegible]	Idem	

NOMBRE du jour de travail.	Enlèvement du coffre chaque jour.	Nombre de valises ou de coups de mineur que le coffre a reçus.	NATURE des terrains traversés.	OBSERVATIONS
	pie. pouc. lig. mèt.	valises. coups.		
5 jour	6 2 4 2	24 720	Sable un peu moins coulant	On faisait agir et monter deux ou trois fois par jour, et il fallait à peu près une heure pour 12 ou 15 valises de 30 coups chacune.
6	2 11 1 0 95	23 665	Sable plus coulant mêlé de petits cailloux.	
7	1 2 5 0,39	21 930	Sable gris mêlé de petits coulant.	Lorsqu'on n'enfonçait pas le coffre, on couvrait les sables à l'aide de tacières et de coulées de différentes formes.
8	2 2 2 0,65	65 1500	*Idem.*	
9	2 9 7 0,91	38 1650	Sable mouillé avec quelques petits cailloux.	
10	2 10 2 0,92	59 1770	Sable mêlé d'un peu d'argile.	On a ajouté, le dixième jour, la quatrième coffre partiel, dont la longueur était de 13 pieds (3m) environ.
11	2 4 1 0 78	36 1080	*Idem*	
12	3 5 2 1 11	54 1740	*Idem.*	Le sable remontait dans l'intérieur du coffre chaque fois que l'on retirait la tacière
13	2 9 7 0,91	47 1560	Sable un peu plus gris	
14	4 8 6 0 53	38 1140	Sable plus coulant.	
15	2 7 5 0,20	20 600	*Idem*	On a complété le mouton, qui pesait 120 kilog. par un autre du poids de 381 kilog.
16	2 1 10 0,70	40 1200	*Idem*	
17	1 11 6 0 64	40 1200	Sable très coulant, gris d'ardoise.	On a eu servi de l'instrument représenté par la fig. 54 pour faire disparaître un clou qui était arrivé dans l'intérieur du coffre par l'effet de la percussion
18	2 2 7 0,72	40 1200	*Idem*	
19	2 9 2 0,25	18 540	*Idem*	
20	1 2 8 0,40	28 840	*Idem*	
21	1 2 0,40	38 900	*Idem*	Les sables remontaient dans l'intérieur du coffre à mesure qu'on faisait agir le mouton et qu'on remontait un jour les tacières.
22	1 2 11 0,35	30 900	*Idem*	
23	2 10 2 0,27	1 630	Sable extrêmement coulant	
24	2 8 11 0,14	17 500	*Idem*	

NOMBRE de jours de travail	Enfoncement du coffre chaque jour.	Nombre de voies ou de coups de mouton que le coffre a reçus.		NATURE des terrains traversés.	OBSERVATIONS
	pds. pouces. lig. vert.	voies.	coups.		
25	» 10 » 0,28	31	460	Sable extrêmement coulant.	
26	» 11 1 0,30	28	1080	Sable d'une couleur cendrée.	
27	» 8 6 0,23	20	600	Idem.	Le sable remontait toujours dans l'intérieur du coffre, lorsqu'on avait fait agir le mouton.
28	1 » 8 0,40	30	900	Idem.	
29	» 9 2 0,23			Idem.	
30	1 3 6 0 40	30	900	Idem.	
31	» 3 4 0,09	10	360	Idem.	
32	» » » »	»	»	Idem.	On ne s'est point servi du mouton, parce que le sable était trop élevé dans le coffre.
33	» 1 10 0,05	10	320	Sable du pont plus gros toujours d'une couleur cendrée.	On a retiré pendant deux jours plus de 20 pieds cubes de sable sans que le coffre ait pu s'enfoncer de plus de 1 pouce 10 lignes (0m,05)
34	» » » »	»	»	Idem.	
35	» 6 9 0,18	coups. 102		Idem.	On s'est toujours servi du même mouton, et il en l'a fait agir en moyen d'un double II tombant d'une hauteur de 20 pieds (6m,50).
36	» 3 8 0,10	93		Sable coulant mêlé de cailloux.	
37	» 4 6 0 10	47		Idem.	
38	» 1 1 0,02	19		Idem.	
39	» 1 10 0,05	79		Idem.	
40	» » » »	»		Sable coulant, gris-cendré.	Le sable étant, en commençant la journée, à 6 pieds (2m) environ au-dessus de la barrure du coffre. On n'a pu se servir du mouton, parce qu'il a fallu retirer tout le sable.
41	» 1 1 0 08	45			
42	» » 4 0,01	20			
43	» 2 3 0,06	140			
44	» » » »	»			Le sable remontait toujours dans le coffre à mesure qu'on le retirait.
45	» » » »	1			
46	» 3 » 0 08	120			

Ce sondage, par suite de circonstances particulières, n'a pas été continué, et il n'aurait pu l'être qu'en enfonçant un second coffre dans le premier, auquel on aurait donné 7 pouces 4 lignes (0m,198) de vide intérieur, et 2 pouces (0m,054) d'épaisseur, afin de pouvoir y introduire des buses de 7 pouces (0m,189) de diamètre extérieur.

Le tableau suivant est relatif à un autre sondage que l'on a entrepris dans un terrain de sable absolument semblable à celui qui a donné lieu aux opérations dont fait mention le tableau précédent, et pour être certain de vaincre toutes les difficultés qui pouvaient se présenter, on a employé quatre coffres, à l'aide desquels on a atteint des couches argileuses situées à 128 pieds (41m,58) au-dessous du sol

Nº des coffres	Nombre de jours employés pour les enfoncer	Épaisseur des matières employées à leur construction		Poids par ligne des terrains qu'ils ont traversés	OBSERVATIONS
			pc. p. lig. mèt.	pouds. p. lig. mètres.	
1	34	Vide intérieur,	» 3 4 0,71	51 4 11 16,70	D'après ce tableau on voit qu'il a fallu 125 jours de travail pour enfoncer les quatre coffres, de 128 pieds (41m,58).
		Épaisseur des matières,	» 3 0 0,08		
			» 9 0 0,57		
2	39		» 2 0 0,07	89 1 10 28,96	La quatrième coffre a exigé huit jours de travail pour être enfoncé de 9 pieds 4 pouc. 3 lig. (3m,04) et de traverser 3 pieds 2 pouc. 4 lig. (1m,04) de sable et 6 p. 2 pouc. (2m d'argile.
			» 1 3 0,42		
3	44		» 2 3 0,08	128 7 9 38 [illegible]	
			» 10 9 0,29		
4	8		» 2 3 0,08	128 » » 41 28	

Instrumens dont on doit se servir pour faciliter le passage des coffres au milieu des bancs argileux qui souvent sont interposés entre des couches de sables.

§ 76. Lorsque des couches de sable sont séparées les unes des autres par des bancs d'argile, il est nécessaire, pour que les coffres puissent les traverser, de se servir des instrumens représentés par les *fig.* 28, 29 et 37, afin de pouvoir pratiquer un trou cylindrique d'un diamètre assez grand pour que le sabot, dont le coffre est armé, n'ait que très peu de terrain ferme à déplacer.

Lorsque les argiles sont tendres, et qu'on s'est déjà servi des instrumens que nous venons de désigner, il faut alors employer celui que représentent en plan, en coupe et en élévation, les *fig.* 34, 35 et 36. Si l'on rencontre au milieu de ces argiles ou des couches de sable que l'on doit traverser, des lits de cailloux, on se sert alors, pour les briser et les retirer des ciseaux, du hardi, du double tire-bourre, et quelquefois des tarières représentées par les *fig.* 25 et 28, lorsque ces cailloux sont d'un très petit volume. Comme nous sommes entrés, lors de la description de ces différens outils, dans des détails assez étendus sur les moyens de les manœuvrer, nous croyons inutile de revenir sur cet objet.

Moyens que l'on doit employer pour ramener au jour les instrumens qui sont au fond du trou de sonde, lorsqu'on ne peut y parvenir avec le câble de la chèvre-sonnette

§ 77. Lorsqu'on se sert des tire-bourres et des trépans rubanés, il faut sans cesse veiller à ce qu'ils ne s'engagent pas trop fortement, car il est alors très difficile de les retirer, et souvent les câbles ne peuvent résister aux efforts que l'on fait pour y parvenir. La résistance que l'on éprouve provient presque toujours de ce que quelques cailloux, en se détachant des parties supérieures que l'on a traversées, tombent au fond du trou de sonde, et s'opposent, en obstruant le passage, à ce qu'on remonte au jour la tige, ou bien, parce qu'en introduisant les instrumens au milieu de ces cailloux, ils les forcent à changer de place, et souvent il arrive que, dans leur nouvelle position, ils se groupent de manière à s'opposer à la sortie de ces instrumens. Lorsque ce cas se présente, on prend deux pièces de bois de 6 pouces (0m,162) de largeur, de 3 pieds (1m) de longueur environ, et de 5 pouces (0m,135) d'épaisseur, et l'on pratique sur l'une de leurs faces et sur toute leur largeur, une entaille formée de deux plans qui se coupent à angles droits, pour recevoir sur l'une de ses arêtes la tige de la sonde. Lorsque ces pièces sont ainsi taillées, on les assujettit l'une et l'autre à cette tige à l'aide de boulons et d'écrous, que l'on serre lorsqu'elles sont dans une position horizontale, et élevées de 8 à 10 pouces

(0m,2217) à (0m,227) au-dessus du sol. Au moyen de ces boulons et de ces écrous, on peut rapprocher ces deux pièces autant qu'on le veut, parce que les entailles qu'elles présentent ne sont pas assez profondes pour que la tige de la sonde y soit entièrement comprise. On place ensuite, près de cette tige, un point d'appui qui sert à manœuvrer deux leviers, dont une des extrémités s'engage au-dessous de ces pièces, et lorsqu'on exerce sur l'autre extrémité un effort plus ou moins considérable, on tend à soulever ces mêmes pièces de bois et à dégager la tige de la sonde. Si elles glissaient le long de cette tige, il faudrait alors qu'on y encastrât, pour recouvrir les entailles qui y sont pratiquées, deux bandes d'acier, et avoir soin que les parties qui correspondraient aux faces de la tige, représentassent des stries horizontales, afin qu'en serrant les écrous tout glissement devînt impossible. Si enfin les leviers ne produisaient pas assez d'effet, on donnerait aux pièces de bois plus de longueur, et l'on disposerait, de part et d'autre de la tige, deux paires de verrous, de manière à ce que les écrous de chaque paire soutinssent les extrémités de ces pièces; alors, en faisant agir les vis qui reposeraient sur des semelles, on soulèverait la sonde, et l'on ramènerait au jour les instruments qui se seraient engagés dans les terrains au milieu desquels ils auraient agi.

Lorsque la sonde a atteint une grande profondeur, et que les ouvriers qui la manœuvrent ne peuvent plus, pour traverser ou rompre les roches récalcitrantes qui s'opposent à son passage, la soulever par la seule force de leurs bras, le meilleur moyen, et le plus simple que l'on puisse

employer dans ce cas pour continuer les travaux, consiste à se servir d'un arbre de chêne d'une longueur de 30 à 40 pieds (9m,745) à (12m,994), et dont l'une des extrémités ait 10 à 12 pouces (0m,271) à (0m,325). Cet arbre, que l'on place sur un chevalet composé de deux montans inclinés et d'une traverse horizontale, est disposé de manière à ce que son extrémité la plus faible corresponde à l'axe du trou de sonde, et qu'elle soit élevée de 8 à 9 pieds (2m,599) à (2m,924) au-dessus du plancher sur lequel les ouvriers travaillent. Quant à son autre extrémité, elle est fixée en terre ou contenue dans une position invariable, à l'aide de quelques pièces de charpente. La partie supérieure de cet arbre, qui correspond à l'axe du trou de sonde, est comprise entre deux bandes de fer de 3 à 4 pieds (0m,975) à (1m,299) de longueur, et de 2 pouces 6 lignes (0m,068) de largeur, que l'on y assujettit à l'aide de boulons et d'écrous. La bande supérieure est terminée par un crochet qui s'appuie contre la section verticale que présente l'extrémité supérieure de l'arbre dont nous parlons, afin de pouvoir y suspendre une chaîne de fer de 5 à 6 pieds (1m,624) à (1m,949) de longueur. Cette chaîne sert à soutenir le manivelle que nous avons décrite dans le § 24, en la passant dans l'anneau dont elle est surmontée. Quant au crochet de fer qui termine cette chaîne, on le passe dans une des mailles supérieures qui la composent, et comme il peut être successivement placé dans les mailles inférieures, il s'ensuit que l'on peut à volonté élever ou abaisser le sonde.

Comme le manivelle est d'abord dans une position telle, que l'instrument qui se trouve situé à l'extrémité de la

tige de la sonde ne touche pas tout-à-fait le fond du trou, il en résulte que les quatre ou cinq hommes que l'on place aux bras de la manivelle, peuvent l'abaisser tout-à-coup de 5 à 6 pouces (0m,135 à 0m,162) pour entamer la roche sur laquelle l'instrument frappe, sans éprouver aucune fatigue pour la relever, parce qu'elle est ramenée dans sa position primitive par l'effet de l'élasticité de l'arbre dont on se sert. Par ce moyen, les coups de sonde se succèdent rapidement, et l'outil peut agir utilement vingt-cinq ou trente fois par minute, ce qui accélère singulièrement le travail. Nous avons vu des sondages qui, après avoir traversé 100 pieds (32m,484) de terrains de schistes argileux, ont été poursuivis au-delà de 300 pieds (97m,45) dans des calcaires grenus de transition, de véritables marbres d'une épaisseur non interrompue de plus de 200 pieds (65m), sans présenter de difficultés. On ne faisait agir la sonde que par percussion, et l'on pouvait, à la profondeur de 200 pieds (65m) au-dessous de la surface du sol, et en douze heures de travail, approfondir ce trou de 2 pieds (0m,65) sur un diamètre de 3 pouces (0m,081). Nous conseillons donc, toutes les fois que l'on devra passer des grès, des calcaires, ou toute autre espèce de roche, d'employer le moyen que nous venons de décrire. Nous pensons même que des sondages pourraient être entrepris à partir de la surface du sol, surtout pour des recherches de mines, jusqu'à une profondeur de 500 à 600 pieds (162m,42) à (194m,94) exclusivement, par percussion, et dans ce cas, pour pouvoir disposer d'une grande force de ressort, on établirait deux arbres en sens opposé, de manière à ce

qu'ils présentassent l'aspect d'une espèce de ferme en charpente, dont le point culminant correspondrait au milieu du trou de sonde, l'on emploierait ensuite leur force élastique, qui peut être aussi grande que l'on veut, en réunissant par trois ou quatre chaînons les crochets qui termineraient les bandes de fer qui seraient ajustées aux extrémités supérieures de ces arbres, et en suspendant la chaîne qui supporterait la manivelle à l'un de ces crochets.

Lorsque l'on fait agir la sonde par percussion, et que l'on est parvenu à une profondeur de 100 pieds (32m), il est bon, pour continuer le travail, d'employer six ouvriers. On n'en place cependant ordinairement que quatre aux bras de la manivelle; mais il y en a toujours deux qui se reposent douze à quinze minutes, et qui ensuite prennent la place de ceux qui auront travaillé pendant une demi-heure. Cette manière de les faire succéder les uns aux autres permet de suivre le travail sans interruption.

Dans le cas où il conviendrait de se servir, comme nous le supposons ici, de l'élasticité d'un arbre pour continuer les travaux de sondage, il faut alors, lorsque les barres que l'on emploie ont 14 pieds (4m,547) de longueur, s'en procurer quatre autres de 1 pied (0m,325), 2 pieds (0m,65), 4 pieds (1m,299) et 6 pieds (1m,949) de longueur, afin de pouvoir, en les ajustant les unes au-dessus des autres, manœuvrer facilement la manivelle, qui ne doit jamais être à plus de 3 pieds (1m) environ du plancher, sur lequel sont placés les ouvriers sondeurs.

Lorsque toutes ces barres ont été ajustées les unes aux autres, on les remplace par une barre de 14 pieds (4m,547),

sur laquelle on recommence à les ajuster, pour qu'en travaillant, le manivelle soit toujours à peu près à la hauteur que nous venons d'indiquer.

Les arbres, que l'on doit employer comme ressorts, peuvent être facilement mis en place sans qu'on soit obligé de changer la position de la grue que représentent les *fig.* 88 et 89, et dont on se sert dans le cours du sondage. Il suffit, pour cela, d'enlever les montans verticaux qui dirigent le mouton, et de disposer ces arbres de manière à ce qu'ils soient parallèles aux arêtes du maître seuil. Ces montans verticaux ne sont d'ailleurs jamais en place que lorsqu'on a besoin de frapper sur les coffres, et ils sont de suite enlevés lorsque le montant cesse d'agir, pour que les ouvriers puissent se remettre à la manivelle.

Diamètre que l'on donne au trou de sonde lorsque l'on veut reconnaître s'il existe des sables entre les couches argileuses.

§ 98. Les coffres ne devant jamais être enfoncés dans les argiles qu'autant qu'elles recouvrent des couches de sable, l'on ne fore dans ces argiles qu'un trou de 8 pouces (0m,217), et ce n'est que lorsqu'on les a traversées et que l'on a reconnu qu'elles sont superposées à de nouvelles couches de sable, qu'on se détermine à donner un plus grand diamètre à ce trou pour le passage des coffres. Dans le cas où l'on craindrait que le boursoufflement des argiles n'empêchât de manœuvrer la tige de la sonde, il faudrait alors enfoncer ces coffres en même temps que les instrumens

adaptés à cette tige, jusqu'à ce que l'on eût la certitude qu'on peut, sans inconvénient, continuer l'approfondissement du trou de sonde sur la largeur que nous venons d'indiquer.

Motifs pour lesquels on arrête l'enfoncement des coffres lorsqu'on ne doit plus traverser que des couches argileuses et compactes

§ 79 Lorsqu'on a traversé toutes les couches de terre, de sable, de cailloux, etc., et que l'on est parvenu à celles d'argiles situées au-dessus du calcaire crayeux, on arrête l'enfoncement des coffres aussitôt qu'ils sont entrés de 3 à 4 pieds (0m,975) à (1m,299) dans ces argiles, parce que l'on n'a plus à redouter aucun éboulement de sable. L'on ouvre ensuite un trou de 8 pouces (0m,217), que l'on poursuit jusqu'à ce que l'on soit arrivé sur le calcaire crayeux, afin de pouvoir descendre, depuis la surface du sol jusqu'au point où l'on est parvenu, des buses d'un diamètre extérieur de 7 pouces (0m,189), et de 3 pouces (0m,081) de vide intérieur. Les argiles au milieu desquelles ces buses sont enfoncées, et qui souvent ne diffèrent entre elles que par leurs couleurs, ont une épaisseur très variable, mais leur percement ne demande que du temps, et l'on est presque toujours certain de vaincre les obstacles qu'elles pourraient faire naître, tandis qu'il n'en est pas de même pour traverser les couches de sable. Les difficultés qu'elles présentent s'accroissent en effet suivant une progression bien plus rapide que celle qui suit l'épaisseur de ces couches.

Le tableau suivant fera connaître le temps qu'on peut mettre à passer des couches argileuses épaisses de 69 pieds (22m,32), lorsque le sondage est déjà parvenu à la profondeur de 128 pieds (41m,58) au-dessous de la surface du sol. Dans l'exemple que nous rapportons ici, le terrain que l'on avait traversé avant d'arriver à ces couches argileuses, était exclusivement composé d'une masse de sable d'une épaisseur totale de 128 pieds (41m,58), ainsi que l'indique le tableau qui précède celui-ci, et que nous avons rapporté pour qu'on fût à même d'apprécier le temps qu'exige l'enfoncement de quatre coffres dans une semblable masse de sable mouvant.

NOMBRE de jours de travail.	Avancement du trépan depuis le commencement de chaque jour.	Profondeur atteinte depuis le point de la surface du sol.	NATURE des terrains traversés.	OBSERVATIONS
	pi. po. l.	pi. po. l.		
1	2 6 0	130 6 0	Argile très dure.	Le trépan de sonde pénétrait dans les argiles avec 6 po. (0m,33) par jour.
2	2 0 0	132 6 0	Idem.	Il a été fait un moyen de sonder dans la largeur variable depuis 4 pouc. (0m,108) jusqu'à 8 pouc. (0m,216).
3	2 0 0	134 6 0	Idem.	
4	3 10 0	138 4 0	Argile plus tendre.	
5	4 0 0	142 4 0	Idem.	
6	3 0 0	145 4 0	Idem.	
7	3 0 0	148 4 0	Idem.	
8	3 0 0

NUMÉRO [illegible]	Approfondissement [illegible]	Profondeur de [illegible]	NATURE [illegible]	OBSERVATIONS
	p. p. l. mètres	p. p. l. mètres		
14	1 8 3 0 55	1[illegible] 3 1 24 31	Argile extrêmement dure.	
16	2 [illegible] 8 0 65	1[illegible] 3 9 [illegible] 00	*Idem.*	Argile mêlée de pyrite
17	3 1 6[illegible]	27[illegible] — [illegible] 56,[illegible]	Moins dure [illegible] peu blanchâtre	
	3 11 4 1 28	178 10 4 58,10	*Idem*	
18	4 [illegible] 5 1 3[illegible]	[illegible] 10 9 [illegible],[illegible]	Argile [illegible] et verte.	
19	3 10 11 [illegible],27	1[illegible] 9 [illegible] 60,[illegible]	Argile mêlée de sable gris.	L'argile [illegible] jour, à la fin de la journée [illegible]
20	4 1 10 [illegible] 35	190 11 8 [illegible],03	Argile pure [illegible]	
	1 10 [illegible]	19[illegible] 1 4 [illegible],30	Argile [illegible] et dure	
21	3 1 [illegible]	198 4 2 [illegible],43	Argile [illegible] sablonneuse	
22	[illegible] 14	198 5 3 [illegible] 67	Cale. [illegible]	

D'après ce tableau, on voit que l'approfondissement du trou de sonde était, chaque jour, terme moyen, de 3 pieds 7 lignes (0m,99), mais il est nécessaire que nous fassions remarquer que si les argiles avaient été parfaitement pures et homogènes, le travail eût été plus accéléré, et il est probable qu'on aurait pu s'enfoncer de 5 pieds (1m,624) par jour.

Pour compléter tout ce qui a rapport à la manœuvre de la sonde, nous allons maintenant entrer dans quelques détails sur la manière dont on doit s'y prendre pour l'allonger ou pour en désassembler les différentes parties.

Manière d'allonger la sonde.

§ 80. Lorsque la sonde est suspendue dans l'intérieur des coffres, et qu'on veut l'allonger pour parvenir à une

Digitized by Google

plus grande profondeur, on la soulève à l'aide du câble auquel elle est attachée, on ôte la coin *de*, *fig* 19, *Pl VI*, et l'on pose la manivelle sur le coffre On redescend ensuite peu à peu la tige de la sonde jusqu'à ce que la partie supérieure de la première barre soit près de cette manivelle On fait alors entrer cette tige dans l'ouverture *no*, *fig* 18, dans laquelle on la fixe à l'aide du coin *de*, que l'on frappe fortement Il est alors impossible qu'elle glisse dans cette ouverture *no*, d'abord, parce qu'elle est retenue par le coin *de*, et qu'en outre la partie supérieure de la première barre qui, par suite de l'enfoncement, a de plus grandes dimensions que le corps de la sonde, est en contact avec le coin de la manivelle Cette tige étant ainsi maintenue dans une position fixe, on retire les boulons et les écrous placés à l'extrémité inférieure de la tête de la sonde, que l'on enlève provisoirement, et l'on ajoute une barre au-dessus de celle retenue dans la manivelle, ce que l'on exécute facilement en la suspendant au câble de l'engin à l'aide de l'étrier *de*, *fig* 15, *Pl VI*, et d'un boulon, et en la dirigeant ensuite à la main jusqu'à ce qu'elle s'emboîte parfaitement avec la partie supérieure de celle retenue au-dessus de la manivelle Lorsqu'on les a réunies avec des boulons et des écrous, on enlève de nouveau le coin *de*, on laisse redescendre la tige, et l'on replace cette manivelle un peu au-dessous de la partie supérieure du barreau nouvellement ajouté, afin de retenir cette sonde et de remettre la tête que l'on avait enlevée. On ajoute ainsi successivement autant de barreaux qu'il en faut pour atteindre à une profondeur donnée

Manière de désassembler les différentes tiges qui composent la longueur totale de la sonde.

§ 81. Si, au lieu d'augmenter la longueur de la tige, on veut au contraire la diminuer, on se conduit à peu près de la même manière; on fixe la manivelle immédiatement au-dessous de l'enfourchement de la première barre, comme nous l'avons dit ci-dessus, et l'on enlève la tête de la sonde. On adapte ensuite l'étrier *de*, *fig.* 15, à l'enfourchement de la première barre, ainsi que dans l'une des ouvertures, où l'on fait passer les boulons, à l'aide desquels les barres s'assemblent entre elles. On ôte le coin de la manivelle, et après avoir élevé le cable, on le replace d'une manière fixe immédiatement au-dessous de la partie supérieure du troisième barreau. On désassemble enfin les deux premiers barreaux en ôtant les boulons et les écrous qui les fixent au troisième, et on les dresse contre les parois de l'excavation pratiquée au-dessous du sol. En répétant l'opération que nous venons de détailler, on parvient à retirer du trou foré et à les désassembler, tous les barreaux qui composent la longueur totale de la tige de sonde.

Manière de désassembler trois barreaux à la fois, lorsque la tige est très longue.

§ 82. Si les travaux de sondage atteignent une grande profondeur, on peut alors, pour abréger l'opération, en-

lever trois barreaux à la fois. Pour cela, on adapte au câble *g*, immédiatement au-dessus de l'anneau *abc*, *fig.* 15, *Pl. VI*, un autre étrier *gbhq*, représenté par les *fig.* 20 et 21, même planche, qui porte le nom de *diable*, et lorsqu'on a élevé deux barreaux de la sonde, comme nous venons de le dire, et que la mantvelle est fixée d'une manière invariable un peu au-dessous de la partie supérieure du troisième barreau, un ouvrier, à l'aide d'une échelle placée contre le poinçon de l'engin, enlève le boulon *v*, *fig.* 15. Aussitôt on redescend le câble et l'on fait entrer dans la partie *abcd* de l'étrier *gbhq*, *fig.* 20 et 21, le troisième barreau, que l'on y retient par frottement à l'aide de la pièce fixe *ab* et de la clavette mobile *cd*. On élève ensuite, à l'aide de ce même câble, le tige de la sonde au-dessus du sol d'une hauteur égale à la longueur de ce barreau; et lorsque le quatrième se montre au jour, on en fixe la partie supérieure dans la mantvelle de laquelle on a eu soin de retirer le coin *de*, *fig.* 19, pour qu'elle restât posée sur le coffre. En ôtant alors les boulons et les écrous situés à l'extrémité inférieure du troisième barreau, on enlèvera facilement la partie de la tige désassemblée; mais il faudra avoir soin de ne lâcher que peu à peu le câble de l'engin, afin que le balancement des deux premiers barreaux n'occasionne aucun accident. Pour en retirer de nouveaux, on recommence la même opération, et l'on désassemble ainsi facilement, et sans danger, tous ceux qui composent la longueur totale de la tige.

Les moyens que nous avons décrits pour descendre ou remonter la sonde, peuvent encore, à l'aide de deux étriers

ou de deux clous tournans, éprouver quelques modifications qui permettent d'abréger les opérations du sondage. Voici, dans ce cas, comment on s'y prend lorsqu'il s'agit de ramener la sonde au jour. On soutient d'abord la tige de cette sonde dans le trou, soit avec des clefs, soit avec une clavette qui passe dans les ouvertures pratiquées immédiatement au-dessous des parties mâles de moufles qui terminent les barres. On enlève ensuite la manivelle en détachant le crochet adapté à l'une des mailles de la chaîne de l'arbre que l'on emploie, et l'on ajuste un premier clou tournant qui tient directement, ou par l'intermédiaire d'un crochet, au câble de la chèvre-sonnette, à la partie supérieure de la tige qui se trouve immédiatement située au-dessus de l'ouverture du trou de sonde. On soulève ensuite le tout avec le treuil de la grue, jusqu'à ce qu'un premier ou second assemblage de barres se présente hors de ce trou, alors on suspend de nouveau, à l'aide de clefs et d'une clavette, la tige de sonde sur les pièces de bois *m'n'*, *fig.* 136, *Pl XX*, pour désassembler les barres supérieures, et pendant qu'on les dépose sur le sol, ce qui se fait en lâchant peu à peu le câble, on ajuste un second clou tournant à celles qui sont suspendues dans le trou de sonde, on y passe le crochet du câble, et tandis qu'on soulève la sonde, un ouvrier désassemble le premier clou tournant des barres posées sur le sol, pour l'ajuster à celles restantes dans le trou. Toutes ces opérations ou manœuvres se succèdent sans interruption, et se continuent jusqu'à ce que toute la sonde soit ramenée au jour.

Différence que font naître dans la longueur du temps que l'on met à établir des fontaines jaillissantes, les variétés de terrains que l'on doit traverser.

§ 83. On conçoit que les opérations du sondage deviennent extrêmement longues, lorsqu'il faut rechercher des eaux souterraines à une grande profondeur. Quelquefois les difficultés que l'on rencontre sont tellement grandes, que ces opérations peuvent durer six ou sept mois. Mais si les couches de terre ou d'argile que l'on doit traverser ne sont séparées les unes des autres que par des sables de peu d'épaisseur, les travaux s'exécutent au contraire avec une grande rapidité. Ainsi, lorsqu'ils ne doivent être poussés dans de pareils terrains qu'à 70 ou 80 pieds (22m,739) ou (25m,987) de profondeur, la fontaine peut être terminée en huit ou dix jours. On se sert, dans ce cas, pour opérer le sondage, de l'engin représenté dans les *Pl. X*, *XI* et *XII*, et l'on ne fait usage que d'une seule espèce de coffre. L'excavation que l'on pratique au-dessous du sol pour travailler avec facilité, n'a que 4 ou 5 pieds (1m,299) ou (1m,624) de profondeur, et la manœuvre de la sonde s'opère à l'aide de quatre ouvriers. Deux font le service du treuil pour élever ou abaisser le câble, et les deux autres sont appliqués à la manivelle. Tous les quatre ensemble peuvent enfoncer les coffres au moyen d'un mouton pesant deux cent cinquante à trois cents livres.

Suspension des opérations relatives à l'approfondissement du trou de sonde jusqu'à ce que les buses soient enfoncées dans le calcaire

§ 84. Lorsque l'on a découvert des couches de calcaire, il faut alors suspendre l'approfondissement du trou de sonde, et descendre dans l'intérieur des coffres les buses qui doivent servir à former le vide intérieur de la fontaine jaillissante, mais avant d'entrer dans les détails sur la manière dont on doit poser ces buses, il est nécessaire que nous nous occupions de leur construction, et que nous fassions connaître les dimensions qu'on leur donne ordinairement.

Buses

§ 85. Les buses sont des tuyaux de bois de 10 pieds (3m,248) de longueur, de 7 pouces (0m,189) de diamètre extérieur, et de 2 pouces (0m,005) d'épaisseur. Pour les percer avec régularité, on emploie des machines mues par l'eau ou par tout autre agent, et l'on peut voir, dans l'Architecture hydraulique de *Bélidor*, la description d'une de ces machines. Mais, comme dans les différens pays où l'on établit des fontaines montantes de fond, on n'a pas à sa disposition de pareilles machines, et comme il faudrait quelquefois faire venir ces tuyaux de très loin, on préfère les confectionner dans le lieu même où l'on a entrepris les travaux de sondage.

Digitized by Google

Manière dont on confectionne les buses

§ 86. Pour forer ces buses avec facilité, on établit, à l'aide d'un niveau ou d'une équerre garnie d'un fil-à-plomb, une charpente composée des pièces principales *ab*, *cd*, *ef* et *gh*, *fig.* 156 et 157, *Pl. XXIV*, des soutiens *m*, *o*, *p*, *q*, et d'autres petites pièces, parmi lesquelles celles *kl* et *xz*, *fig.* 156 et 157, servant de support à la tarière *a'b'*. Lorsque cette charpente est parfaitement établie, on place à la tête de la tige *a'b'* un manche *f't*, à l'aide duquel on imprime un mouvement de rotation à la tarière, en même temps qu'on la fait avancer de *a'* vers *b'*. Comme elle est alors obligée de pénétrer dans la pièce *xy*, que l'on a préalablement fixée avec des crochets de fer *d'd'd'd'* aux pieces *ab* et *cd*, elle y fait un trou cylindrique, dont le rayon est égal à la distance qui existe entre l'axe de la tige *a'b'* et la partie la plus avancée de cette tarière. Pendant l'opération du percement, il faut avoir soin, puisque l'on ne peut pas faire tourner la pièce *xy*, de la poser alternativement sur ses quatre faces, afin de rendre le trou le plus régulier possible.

Examen des différentes directions des trous forés, lorsque la pièce de bois qui doit servir à former les buses est plus ou moins inclinée à l'horizon.

§ 87. Si cette pièce est très inclinée, par exemple, dans la position *abcd*, *fig.* 160, il est évident qu'en la posant

successivement sur ses deux faces *ab*, et *dc*, on y percera, sans que la tige *a'b'*, *fig.* 156, change de place, deux trous *npqm* et *nogm*, et en effet en commençant à faire agir la tarière, que nous supposons soutenue par les petites pièces de bois mobiles *kl* et *xx* dans une position horizontale, elle s'avancera en perçant le trou *nogm* or, si la pièce *abcd* était également horizontale, cette tarière entrerait dans le même trou *nogm*, lorsque cette pièce serait placée sur la face *ab*, mais si son axe n'est point horizontal, il s'ensuit que la tarière percera un autre trou *npqm*, qui n'aura de commun avec celui *nogm* que la partie *nem*, laquelle sera d'autant plus étendue que la pièce *abcd* sera moins inclinée. Si son inclinaison était telle que la ligne *cn*, *fig.* 161, tombant du point *c* sur la ligne horizontale *dn*, fût égale à la moitié du diamètre de l'ouverture circulaire que tend à former la tarière, il en résulterait alors que l'intersection de la surface qui terminerait le vide pratiqué dans l'intérieur de la pièce *abcd*, avec le plan ou la face *bc*, serait représentée par deux circonférences qui se toucheraient à l'extrémité de leur diamètre. On voit donc que si l'on pose alternativement cette pièce sur les deux faces *ab* et *dc*, la tarière l'évidera suivant une surface qui sera régulière par rapport à l'axe de cette pièce. Dans le cas où elle serait parfaitement horizontale, son axe se confondrait alors avec celui du trou cylindrique formé

Avantage de percer la pièce de bois d'abord sur la moitié de sa longueur, et de la retourner ensuite, bout pour bout, pour la percer sur l'autre moitié

§ 88. D'après les motifs contenus dans le paragraphe précédent, on sent qu'il sera préférable de percer d'abord la pièce *abcd* sur la moitié de sa longueur, et de la retourner bout pour bout, pour la traverser sur l'autre moitié, que de la forer, sans la changer de place, sur toute sa longueur. Ce moyen doit surtout être employé lorsqu'on n'est pas bien certain qu'elle soit horizontale, parce que les axes des deux trous forés doivent toujours se rejoindre, quel que soit l'angle qu'ils forment entre eux, au milieu de la longueur de cette pièce. Supposons en effet qu'elle soit dans la position *abcd*, *fig.* 162 : le premier trou foré sera alors représenté par les lettres *npqm*. Or, si l'on retourne, bout pour bout, cette pièce, la face *bc* prendra la place de celle *ad*, et réciproquement, le trou foré, dans ce cas, sera donc représenté par les lettres *opqg*, *fig.* 163, et l'un et l'autre se rejoindront en *pq*. Si la pièce *abcd* est sensiblement horizontale, l'angle *opn* approchera d'être égal à deux droits, et dans ce cas l'axe du trou foré sera, à peu de chose près, le même que celui de cette pièce.

Nombre de tarières que l'on emploie pour forer les buses. Dimensions.

§ 89. On se sert ordinairement de quatre tarières pour percer un trou de 3 pouces (0^{m},081). La première a 2 pou-

ces (0m,054) de largeur, 8 pouces (0m,217) de longueur, et 6 lignes (0m,014) d'épaisseur. Les trois autres augmentent successivement la largeur du trou foré de 4 lignes (0m,009) chacune. L'une d'elles est représentée en face et en profil par les *fig.* 164 et 165. Leur partie inférieure est recourbée, et facilite, lorsqu'on les retire de l'intérieur de la pièce de bois à forer, la sortie des copeaux.

Formes que l'on doit donner aux parties supérieures et inférieures de chaque buse.

§ 90. Lorsqu'une buse est forée, on pratique à l'une de ses extrémités une ouverture circulaire *abcd*, *fig.* 166 et 167, *Pl. XXV*, d'un diamètre plus grand que celui du vide intérieur *m'e'*. Pour la former facilement, on se sert d'un instrument que les *fig.* 168, 169 et 170 représentent en élévation, en plan et en profil. Il est composé d'une pièce de bois divisée en quatre sections cylindriques principales *ad*, *ef*, *fg* et *kb* (*Les mêmes lettres indiquent, dans les fig.* 168, 169 *et* 170, *les mêmes parties de l'instrument.*) Le cylindre *kb* s'introduit dans le trou déjà foré *m'e'*, *fig.* 166, et sert à soutenir et à diriger cet instrument dans l'axe de la buse. Lorsqu'on le met en jeu et qu'on lui imprime un mouvement de rotation, le couteau *il*, tranchant sur toute la hauteur *lo*, enlève peu à peu, et à mesure que le cylindre *kb* s'avance, des copeaux qui se logent dans l'ouverture *p*. L'extrémité tranchante *lo* doit nécessairement dépasser un peu la base du cylindre *fg*, et elle doit en outre être un peu inclinée par rapport à l'axe de

l'instrument, pour qu'elle puisse s'introduire plus facilement dans l'épaisseur du tuyau *m e'*, *fig.* 166.

Les vis *p' p'* traversent le couteau *il*, et servent à le fixer dans la partie cylindrique *fg*. Deux rainures *nn*, *fig.* 171, sont pratiquées à cet effet dans l'épaisseur de ce couteau pour les recevoir, et l'on peut, sans que ces vis changent de place, l'avancer ou le reculer, de manière à lui donner plus ou moins de mordant. Elles ne servent en effet qu'à le presser lorsqu'on veut lui donner une position fixe contre la face verticale de l'ouverture *p*, dans laquelle se logent les copeaux. A l'aide des deux écrous *q*, *q* et de la vis *s*, qui passe dans la plaque cylindrique de tôle *e' e'*, on peut facilement, et par un mouvement très lent, faire avancer ce reculer le couteau *il*. Lorsqu'on lui a donné la position qu'il doit avoir, on le fixe alors d'une manière invariable à l'aide des vis *p' p'* et des écrous *qq*, que l'on serre l'un et l'autre contre la plaque de tôle *e' e'*

Lorsque le cylindre *fg* est totalement entré dans le tuyau foré, et que par conséquent l'ouverture circulaire *abcd*, *fig.* 166, est terminée, on donne à l'autre extrémité de ce même tuyau la forme *vqrstu*. Pour y parvenir, on se sert d'un autre instrument analogue à celui que nous venons de décrire, et dont les *fig.* 173, 174 et 175 font connaître toutes les dimensions. Il est, de même que le précédent, composé de quatre sections cylindriques principales *ad*, *ef*, *fg* et *kb*. La partie *fg*, formée d'une feuille de tôle d'une épaisseur *n' g*, et adaptée, à l'aide des vis *a' a'*, sur le cylindre de bois *no*, est terminée à sa partie supérieure par deux faces verticales *qq*, *qq*, entre lesquelles se place le

couteau *ml*. Sa partie tranchante *lo'* dépasse un peu la base *gp* du cylindre *fg*, de manière que la distance *oo'* soit égale à la hauteur *ab* de l'ouverture *abcd* formée dans le tuyau *m'e'* ou à celle *qr*, *fig.* 170. Lorsqu'il est ainsi posé, on le fixe alors aux faces verticales *qq*, *qq*, à l'aide de vis *ee* qui passent dans les ouvertures circulaires *d'*, *d* du couteau *ml*, *fig.* 176. La vis *m* et les écrous *ss* servent, de même que dans l'instrument représenté par les *fig.* 168, 169 et 170, à donner un mouvement lent à ce couteau, afin de l'avancer ou de la reculer à volonté. De plus, pour que les vis *e*, *e* ne s'opposent point à ce mouvement, on donne aux ouvertures circulaires *dd*, *fig.* 176, pratiquées dans l'épaisseur du couteau, et au milieu desquelles elles passent, un plus grand diamètre que celui de ces vis. Leur action se borne alors à rapprocher l'une de l'autre les deux plaques *qq*, *qq*, et par conséquent à y fixer le couteau *ml*.

La partie *oy*, *fig.* 176, de ce couteau dépasse aussi un peu la surface intérieure du cylindre *ongn'p*, *fig.* 173, afin qu'elle puisse facilement s'introduire dans le tuyau; mais il faut toujours que la distance *o'p* soit égale à celle *bo'* qui existe entre les arêtes *ab* et *cd* de l'ouverture cylindrique *abcd*, *fig.* 166, et la surface qui termine le vide intérieur *m'e'* du tuyau foré. En faisant agir l'instrument que nous décrivons ici, la partie vide comprise entre le cylindre de tôle et celui *kb* s'évuide peu à peu, et lorsque la surface *on* s'applique parfaitement sur celle *rs*, *fig.* 166, l'on ne doit plus alors imprimer de rotation à cet instrument, puisque l'extrémité du tuyau *m'e'* a la forme *vqrstu*.

Lorsque l'on veut augmenter l'épaisseur *rx* de la partie

cylindrique du tuyau *m'e'*, on desserre les vis *ee*, *fig.* 173, ainsi que les écrous *ss* (*la vis m doit avoir un certain jeu au milieu de l'ouverture pratiquée dans la partie cylindrique de tôle sq'*), et à l'aide de la vis *x*, qui passe dans l'étrier *vv*, et dont l'extrémité est terminée par une ouverture qui embrasse la partie *z*, *fig.* 174 et 176, on relève le couteau *mzl*, auquel on donne ensuite une position fixe en serrant les vis *ee* et les écrous *ss*.

Les vis *i* et *m* et les écrous *qq* et *ss*, *fig* 168 et 173, que l'on a ajoutés aux deux instrumens que nous venons de décrire, en rendent la manœuvre très facile. Cette amélioration dans leur construction est due au sieur *Beurrier*, fontenier d'Abbeville, homme fort intelligent, et qui a déjà percé, avec succès, dans différentes parties du département de la Somme, plusieurs fontaines jaillissantes. Les modèles qu'il a faits de ces instrumens, et qu'il a remis à M. l'inspecteur divisionnaire des mines *Baillet*, nous ont servi pour en donner une description complète.

Frettes de fer que l'on adapte à la partie inférieure de chaque buse.

§ 91. Lorsque les tuyaux ou buses sont confectionnés de manière à ce qu'ils puissent parfaitement entrer les uns dans les autres, on établit à chacune de leurs extrémités, à l'aide d'un instrument analogue à celui représenté par les *fig.* 168 et 173, deux petites rainures *gonn'o'p* et *xyvuik*, *fig.* 166. Dans celle existante à la partie inférieure de cha-

que tuyau, l'on introduit avec force une frette de fer *xa'kz*, qui se prolonge en-dessous de l'anneau circulaire *vqtu*, d'une longueur *va'* égale à celle *vy*, et qui entre dans la rainure d'un autre tuyau, avec lequel doit s'assembler, comme nous allons le faire voir, celui qui contient la frette de fer *xa'kz*, nous remarquerons ici que la partie inférieure d'un tuyau ne doit entrer dans la partie supérieure d'un autre qu'avec frottement et à l'aide de légers coups de mouton. Les *fig.* 178, 179 et 180 représentent deux de ces tuyaux assemblés.

Si les buses devaient être enfoncées à une profondeur telle qu'on craignit qu'en frappant dessus, elles ne se fendissent à l'endroit de leur jonction, il serait préférable de les construire avec quatre pièces de bois que l'on disposerait entre elles comme le sont celles des coffres cylindriques dont nous nous sommes précédemment occupés. On serait sûr alors qu'elles ne présenteraient aucune défectuosité, et qu'elles offriraient beaucoup plus de résistance aux chocs du mouton que les premières.

Formes que l'on donne aux tuyaux ou aux buses.

§ 92. Souvent on construit les buses de manière à ce que les parties qui doivent entrer les unes dans les autres soient coniques. Les *fig.* 181, 182, 183 et 184 représentent des tuyaux confectionnés suivant cette méthode.

Sabot placé à l'extrémité de la buse ou du tuyau qui doit entrer dans le calcaire

§ 93. Le tuyau qui doit entrer dans le calcaire est garni, comme on la voit dans les *fig.* 185 et 186, d'un sabot en fer analogue à celui que l'on adapte à l'extrémité inférieure des coffres.

Souvent on surmonte ce sabot d'un cuir de vache dont la chair est en dehors, afin d'intercepter toute communication entre les terrains de craie et ceux d'argile.

Les buses bien *confectionnées* doivent coûter, terme moyen, 1 fr. 5 cent. le pied courant.

Rejet des buses qui offrent des défectuosités

§ 94. Il faut toujours avoir soin d'examiner les buses avant de les employer, afin de mettre au rebut celles qui présenteraient des défectuosités, car s'il s'y rencontrait quelques fissures, la grande pression exercée contre leurs parois par les eaux qu'elles doivent contenir, tendrait à élargir ces fissures et à détruire promptement la fontaine.

Manière d'introduire les buses dans les coffres

§ 95. Lorsqu'on veut introduire les buses jusque dans la couche de calcaire que l'on a rencontrée, on se sert de deux pièces de bois *ab* et *cd*, *fig.* 187, évidées

circulairement en *npq*, et que l'on adapte à la partie supérieure d'une des buses, taillée quelquefois en gorge *abcd*, comme on le voit dans la *fig.* 188. On attache ensuite aux deux boulons *m* et *o*, qui servent, avec les écrous *d'b'* et *d'e'*, à serrer ces deux pièces, les extrémités d'une corde, à l'aide de laquelle on suspend verticalement cette buse au cable de l'engin. Lorsqu'elle est dans cette position, on la descend jusqu'à ce que les extrémités des deux pièces *ab* et *bc* reposent sur le coffre *ab*, *fig.* 189. On ôte alors la corde attachée aux boulons *m* et *o*, on la remet à deux pièces semblables à celles *ab* et *bc* adaptées à la partie supérieure d'une seconde buse, et lorsqu'elle est de nouveau suspendue au câble de l'engin, et que son extrémité inférieure est sur le point d'entrer dans la partie supérieure de celle qu'on vient de poser, on retire le câble, afin de faire agir peu à peu, et par de très petits coups, le mouton sur cette seconde buse, que l'on tient facilement à la main, et dans l'intérieur de laquelle on a eu la précaution d'introduire un bonnet *p p'*, *fig.* 190 et 191. Lorsque ces tuyaux ou buses sont parfaitement joints, on fixe, avec des clous, à leur jonction, des bandes de fer *ab*, *de* et *ef*, que l'on dispose entre elles, comme l'indiquent les *fig.* 179 et 180. Cette dernière opération étant terminée, on enlève le mouton ainsi que le bonnet *p'*, et l'on suspend au câble la corde, dont les extrémités sont attachées aux boulons des deux pièces qui serrent la partie supérieure du second tuyau. Ensuite on désassemble celles *ab* et *cd*, *fig.* 187, posées sur le coffre *ab*, *fig.* 189. Comme il n'existe plus alors d'obstacle qui puisse interrompre la descente de ces

deux tuyaux, on l'effectue en lâchant peu à peu le câble, jusqu'à ce que les deux pièces dont nous venons de parler soient posées sur le coffre comme l'étaient celles *ab* et *cd*.

En recommençant plusieurs fois l'opération que nous venons de décrire, on pourra descendre autant de buses qu'il en faudra pour atteindre l'endroit où les coffres se terminent. Passé ce point, on ne peut plus les enfoncer dans les argiles qu'en les frappant à petits coups de mouton.

Avantages d'enfoncer les buses à l'aide de très légers coups de mouton. Instrument dont on se sert pour les retirer de l'intérieur du trou de sonde lorsqu'elles sont fendues.

§ 96. Quelquefois il arrive, comme nous avons été à même de l'observer dans deux sondages différens, que des cailloux se dérangent de leur position, et s'opposent alors à l'enfoncement des buses; l'inconvénient qui en résulte est très grave, et si l'on cherchait à vaincre la résistance qu'opposent ces cailloux en frappant un peu fort sur ces buses avec le mouton, il est presque certain qu'on les fendrait, ainsi que cela est arrivé dans les deux sondages que nous venons de citer. Il est préférable, dans ce cas, de les retirer. Pour y parvenir, on fait bander le câble, et si elles reviennent facilement, on pose, lorsque les deux premières sont sorties, les deux pièces de bois *ab* et *cd*, *fig.* 187, autour de la troisième, pour la soutenir sur le coffre. On

enlève les bandes de fer *ab*, *de* et *ef*, *fig.* 179 et 180, et l'on recommence à désassembler de nouvelles buses jusqu'à ce qu'on les ait toutes ramenées au jour. Dans le cas où il en resterait une partie au fond du trou par suite d'une rupture qui s'opérerait à l'une de leurs jonctions, on se servirait alors d'un outil représenté par la *fig.* 68, *Pl. IX*, composé d'une pièce de fer *ab* de 7 pouces (0m,189) de longueur, mobile autour d'un axe *c*, et qui peut se placer verticalement au moyen d'une rainure faite dans la barre de fer *de*. Comme le point de suspension de la pièce *ab* est un peu au-dessus du centre de gravité de cette même pièce, il s'ensuit, lorsqu'elle n'est pas gênée dans son mouvement, qu'elle se met toujours dans une position horizontale. Par conséquent, si l'on adapte à la tige de la sonde cet outil, et qu'on le descende dans l'intérieur du tuyau, la pièce *ab* se logera dans la rainure de la barre *de*; mais aussitôt que cette pièce aura dépassé l'extrémité des tuyaux, elle se remettra dans une position horizontale, et les supportera tous. Il ne s'agira donc plus alors que de soulever la tige de la sonde pour ramener ces tuyaux au jour. Lorsqu'on les aura désassemblés, on repassera dans le trou de sonde une masse de fer cylindrique pour faire tomber les cailloux qui obstruaient le passage, et on les brisera, ou on les ramènera au jour à l'aide du double ture-bourre. Ces divers accidens retardent de beaucoup les opérations, et découragent souvent ceux qui veulent entreprendre le percement de fontaines jaillissantes. Cependant lorsque les travaux sont conduits avec habileté et persévérance, et

qu'on ne cherche pas surtout à les terminer trop promptement, on est presque toujours certain de vaincre les obstacles qu'on peut rencontrer. Lorsque l'on a rendu au trou de sonde la régularité qu'il doit avoir, on y redescend les tuyaux jusqu'à ce qu'ils soient entrés de 2 pieds (0^m,65) dans le calcaire, que l'on fore préalablement sur un diamètre de 7 pouces (0^m,189), pour qu'ils ne puissent y entrer qu'à frottement dur. On introduit ensuite dans leur intérieur la tige de la sonde garnie d'un instrument semblable à celui représenté par les *fig.* 23, 25 et 26, *Pl. VII*, et l'on perce ce calcaire jusqu'à ce que l'eau que l'on y trouve n'augmente plus de volume. Quelquefois cette eau s'élève dans les buses avec une grande vitesse, et se répand même à la surface du sol, mais plus souvent elle reste stationnaire à quelques mètres au-dessous.

On a quelquefois remarqué qu'après avoir rencontré des sources d'eau dans le calcaire crayeux, et qui remontaient à une certaine hauteur, on en découvrait d'autres en approfondissant le trou de sonde, dont le niveau était plus élevé que celui des premiers, d'où l'on en a conclu que ces différentes eaux n'avaient entre elles aucune communication, puisque leur pesanteur spécifique était la même.

Ces faits, que l'on a plusieurs fois constatés, ont engagé différens propriétaires à poursuivre des sondages à une grande profondeur dans des terrains de craie, dans l'espérance de découvrir des sources de plus en plus abondantes. Quelques succès ont, à cet égard, été obtenus; cependant il n'est pas à notre connaissance que la différence de

niveau ait jamais été de plus de 3 pieds (1m) environ. Les observations qu'on recueillerait à ce sujet seraient fort intéressantes, parce qu'elles auraient pour but de faire connaître si l'on peut, avec quelques chances de succès, approfondir des sondages dans des terrains crayeux, quelles que soient les sources supérieures qu'on aurait d'abord reconnues. Il serait surtout très important de constater si, lorsqu'on rencontre de nouvelles eaux, elles s'élancent, pour remonter au jour, à partir des points où les terrains éprouvent quelques variations dans leur nature, et si, dans ce cas, leur niveau se tient à une plus grande hauteur que celui des premières sources.

Si le sondage est entrepris dans des terrains exclusivement composés de calcaire crayeux, et qu'on n'enfonce pas de buses dans le trou, ainsi qu'on s'en dispense ordinairement, il peut arriver que les eaux ne s'élèvent pas au niveau qu'elles auraient atteint. On conçoit, en effet, que des fissures peuvent exister le long des parois du trou de sonde, et permettre aux eaux des sources principales de s'écouler. Dans ce cas, elles ne sauraient s'élever qu'à une hauteur égale à celle qui existe entre l'endroit où l'on suppose que les filtrations s'opèrent, et celui par où les eaux se rendent dans le trou de sonde; et cette hauteur est d'autant plus grande, que la quantité de fluide qui s'écoule par les fissures est plus petite, relativement à celle que les sources sont susceptibles de produire. Mais si ces eaux se déversaient à la surface du sol avec une grande vitesse, il est évident que les fissures qui pourraient exister dans les

parois du trou de sonde, auraient une bien moins grande influence sur la diminution du volume d'eau sortant au jour, parce que la gravité serait en partie détruite par la force ascensionnelle de cette eau. Ainsi, nous pensons qu'il serait toujours convenable, quoiqu'on n'en ait pas l'habitude, d'enfoncer des tuyaux de plomb, de tôle, de fer-blanc ou de bois, dans des terrains de calcaire crayeux, afin d'éviter les pertes d'eau qui pourraient avoir lieu aux différens endroits de la hauteur du trou de sonde. Mais comme on ne peut savoir *à priori* à quelle profondeur ils devraient être enfoncés, il faudrait alors qu'on ne les descendît que peu à peu, et qu'on eût soin de tenir note du niveau de l'eau pour être à même de s'assurer s'il éprouve quelques variations. Ces tuyaux devant s'enfoncer facilement, on saurait, après quelques tâtonnemens, s'il existe ou non des fissures sur la hauteur du trou de sonde.

Instrument employé dans les petits sondages pour retirer les buses.

§ 97. Dans les petits sondages, dans ceux de 50 à 60 pieds (16m,242) à (19m,49), par exemple, on retire quelquefois les tuyaux avec l'instrument représenté en plan et en élévation par les *fig.* 78 et 79, *Pl. IX*. Il se compose de quatre branches *abcd*, sur l'épaisseur desquelles existent des vis de forme triangulaire. En l'introduisant dans le tuyau supérieur, et en lui donnant un mouvement de rotation, il y trace alors un écrou, et lorsqu'il est parfaitement engagé, on le soulève à l'aide du câble de l'engin,

afin de ramener au jour ces tuyaux. Quoique cet instrument soit quelquefois employé, il ne remplit qu'imparfaitement l'objet qu'on se propose; car si les buses tiennent un peu fortement dans le trou de sonde, la partie supérieure de la première dans laquelle il se trouve engagé ne pouvant résister à l'effort que le câble exerce, cet instrument, par suite de la vitesse avec laquelle il est enlevé, détruit alors l'écrou qu'il a formé, et cet effet arrive d'autant plus promptement que les pas de vis sont plus petits

Enfoncement des buses jusque dans le calcaire

§ 98 Souvent, dans le percement des fontaines jaillissantes, les ouvriers n'ont pas la précaution d'enfoncer les buses jusque dans le calcaire, parce qu'ils pensent que les terrains qui se trouvent compris entre cette roche et la partie inférieure de la dernière couche de sable, ont une assez grande cohésion pour qu'on n'ait à craindre aucun éboulement. L'expérience confirme à cet égard leur opinion, mais le grave inconvénient qui résulte de ne pas enfoncer les buses jusque dans le calcaire, provient de ce que les eaux qui suintent à travers les couches argileuses communiquant presque toujours à celles qui proviennent des roches que ces couches recouvrent, une odeur de gaz hydrogène sulfuré. Nous avons éprouvé les eaux de plusieurs fontaines, dans lesquelles, de l'aveu des ouvriers, les buses n'avaient pas été enfoncées jusque dans le calcaire, et toutes manifestaient l'odeur désagréable de ce gaz. Il est donc probable, puisqu'il n'y a que les eaux de ces fon-

taines qui soient ainsi viciées, qu'on ne doit en attribuer la cause qu'aux pyrites ferrugineuses qui se trouvent en contact avec les eaux inférieures contenues dans les fissures de la roche calcaire. Ainsi, en ayant soin d'y enfoncer de 2 pieds (0m,650) l'extrémité des buses, on évitera que les eaux qu'on cherche à se procurer ne soient imprégnées d'hydrogène sulfuré. Le trou de sonde ne devra pas avoir tout-à-fait le diamètre de ces buses, afin qu'elles ne puissent entrer dans le calcaire qu'à frottement dur. C'est le seul moyen à employer pour que ces eaux soient parfaitement isolées. Quant à celui dont on fait quelquefois usage dans les environs d'Aire, de Bethune (*voir la position de ces villes dans la Pl Ire*), et qui consiste à jeter de l'argile au fond des buses et à la presser ensuite avec la tige de la sonde pour la forcer de s'introduire entre leurs parois extérieures et le calcaire, afin d'intercepter tout passage à l'eau, il ne peut remplir l'objet qu'on se propose, et l'effet de cette argile est promptement détruit.

Moyen que l'on doit employer pour retirer les coffres, lorsque les eaux souterraines s'élèvent dans les buses.

§ 99. Lorsque les buses sont placées, et que les eaux s'élèvent dans leur intérieur pour se répandre à la surface du sol, ou pour rester stationnaires à quelques mètres au-dessous (*dans ce dernier cas, on se sert, pour les ramener au jour, de pompes semblables à celles que l'on construit dans tous les pays*), il faut alors retirer les coffres à l'aide desquels on a traversé les masses de sables mouvens. A

cet effet, on introduit dans la partie supérieure du plus petit coffre conique, et en se servant du moutoo, une pièce de bois de 18 pouces (0m,487) de longueur parfaitement équarrie Lorsqu'elle y est enfoncée de 1 pied (0m,325) environ, on y pratique, ainsi que dans les faces opposées de ce coffre, une ouverture cylindrique, dans laquelle on chasse une autre pièce de 5 pouces (0m,135) de diamètre, et qui passe en même temps dans les anneaux d'un grand étrier de fer, dont on place les deux branches vis-à-vis les extrémités de cette ouverture cylindrique On pose ensuite horizontalement, entre la partie supérieure de la pièce de bois introduite dans l'intérieur du coffre et l'étrier qui la dépasse de 6 pouces (0m,162), une poutre, à laquelle on donne une direction perpendiculaire à celle qui sert d'axe a cet étrier. On dispose en outre, parallèlement aux faces du coffre sur lesquelles elle s'appuie, deux semelles, qui supportent deux vis chacune, dont les écrous sont pratiqués deux à deux dans une même pièce de bois En élevant alors ces écrous, a l'aide de leviers qui traversent les têtes de ces vis, on établit une pression assez grande contre cette poutre pour ramener le coffre au jour sur une hauteur égale à celle parcourue par ces écrous. Lorsqu'on les a élevés jusqu aux têtes des vis, on attacha le câble de l'engin à l'étrier, et on le tend fortement, afin de relever de plus en plus ce coffre Si l'on craint que ce câble ne soit pas assez fort pour résister à la tension qu'on lui fait éprouver, on adapte des tasseaux sur les deux faces du coffre qui sont parallèles à la direction de la poutre dont nous venons de parler, et l'on place dessous ces mêmes tasseaux deux pie-

ces de bois, que l'on assemble comme le sont celles de la *fig* 187, *Pl XXV*, et dont les extrémités reposent sur les écrous Eo tournant les leviers introduits dans les têtes des vis, on éleva de nouveau ce coffre, et comme la pression qu'éprouvent ses parois est beaucoup moins grande après cette seconde opération, on peut alors se servir sans inconvénient du câble de l'engin pour l'élever à une plus grande hauteur Lorsqu'il est ainsi ramené au-dessus du sol, il ne reste plus qu'à en désassembler les différentes parties, ce que l'on fait facilement en ôtant les clous et les languettes de fer dont nous avons indiqué l'usage On peut ainsi retirer successivement tous les autres coffres uniques qu'on a été dans le cas d'employer pour traverser des sables mouvans

Causes des variations qu'éprouve le volume d'eau produit par les fontaines jaillissantes Moyens de le rendre presque toujours constant

§ 100 Les fontaines établies d'après les principes et les procédés que nous avons fait connaître dans cet ouvrage, peuvent donner, pendant quelque temps, un volume d'eau à peu près constant, ou du moins qui ne varie qu'en raison des changemens qu'éprouve l'atmosphere, et d'où naissent les sécheresses ou les pluies Quelquefois cependant on remarque, après un certain nombre d'années, qu'une diminution indépendante de ces variations atmosphériques s'opère dans le volume d'eau que produisent ces fontaines Pour remedier à cet inconvénient, il faut, à

l'aide d'un piston à soupape, que l'on attache à une perche ou bien à la tige d'une sonde, donner une trentaine de coups dans les buses de ces fontaines. Comme la diminution dans le volume d'eau qu'elles produisent ne provient que du rétrécissement des fissures d'où cette eau s'échappe, il s'ensuit que ces coups de piston doivent leur rendre leur largeur primitive en forçant les parties calcaires qui y sont intercalées de remonter au jour.

Nous avons exécuté ces opérations sur une fontaine creusée, depuis l'année 1810, dans un terrain dont la *fig.* 4, *Pl. II*, représente la coupe, et nous avons trouvé, après avoir donné vingt impulsions au piston, que le volume d'eau produit était, au niveau de la buse, de 21 mètres cubes par heure, tandis qu'il n'était, avant cette opération, que de 15 mètres cubes. Quelques jours après, nous avons recommencé à faire agir le piston, mais le volume d'eau n'a plus éprouvé de variation. Il faut donc avoir soin, pour remédier aux accidens auxquels ces fontaines peuvent être sujettes, et pour qu'elles puissent toujours fournir un volume d'eau à peu près constant, de donner de temps à autre quelques coups de piston dans l'intérieur des buses dont elles sont formées.

Quant à la quantité d'eau qui sort des tuyaux dans lesquels elle est contenue, il est nécessaire que nous fassions remarquer à ce sujet qu'elle est, dans un grand nombre de cas, de beaucoup inférieure à celle qui résulterait du produit de la section de ces tuyaux, par la vitesse due à une hauteur égale à la distance qui existe entre le niveau constant de cette eau et celui d'où

elle sort pour se répandre au jour. Il paraît que, dans la plupart des fontaines jaillissantes ou montantes de fond, les fissures souterraines qui les alimentent ne peuvent produire toute la quantité d'eau susceptible de s'écouler en un temps donné, par une ouverture égale à celle des tuyaux de ces fontaines, et avec une vitesse exprimée en fonction de la racine carrée de la hauteur dont nous venons de parler. Nous avons fait quelques expériences à ce sujet sans pouvoir trouver de résultats constans, ni qui eussent entre eux les rapports que nous cherchions. On tomberait donc dans de graves erreurs si, connaissant *à priori* le niveau des eaux et le diamètre d'une fontaine forée, on cherchait à déterminer à quelle distance au-dessous de ce niveau il faudrait que ces eaux sortissent pour s'en procurer une certaine quantité, d'après cette fausse hypothèse, qu'elles remplissent ces tuyaux à pleine gueule bée, et que leur vitesse déduite de la hauteur de chute, est égale au quotient de cette quantité d'eau produite par la surface de ces mêmes tuyaux.

Aperçu des dépenses que peut occasionner l'établissement des fontaines jaillissantes

§ 101. Ces dépenses dépendant évidemment de la nature des terrains que l'on doit traverser, on conçoit qu'il est d'autant plus difficile d'en établir avec une certaine précision le montant, que souvent une très légère différence entre l'épaisseur et la cohésion des couches de sables qu'on rencontre, en apporte une très grande dans le temps qu'on

doit mettre à les traverser, et quelquefois il arrive que ces dépenses sont telles qu'elles ne permettent pas de continuer les travaux.

Ainsi, par exemple, la fontaine que l'on a creusée dans la ville d'Ardres, et que l'on a approfondie jusqu'à 145 pieds (47m,10) (*voir* la *fig.* 3 de la *Pl. II*) dans des terrains argileux et calcaires, et entremêlés de quelques couches de sables et de cailloux, a coûté, pour le forage, l'achat et l'enfoncement des coffres, 1600 fr., tandis qu'il faudrait au moins dépenser 8 ou 9000 fr. si l'on devait traverser 380 pieds (123m,43) de terrains composés des couches suivantes :

	pieds.	mètres.
Sables sans consistance mêlés de cailloux	130	42,23
Argiles dures et compactes, contenant par groupes des pyrites ferrugineuses	100	32,48
Calcaires crayeux avec silex pyromaques	150	48,72

Quant aux dépenses qu'occasionneraient des terrains qui seraient principalement composés de terre végétale, d'argile et de quelques faibles couches de sables et de cailloux, comme ceux que représentent les *fig.* 4 et 5 de la *Pl. II*, elles seraient peu considérables, et nous pensons que si le sondage ne devait atteindre qu'une profondeur de 120 à 130 pieds (38m,98) à (42m,23), et qu'on n'eût besoin que d'enfoncer des coffres de 45 à 50 pieds (14m,6r8) à (16m,242), l'établissement de la fontaine n'exigerait pas

une somme de plus de 700 fr., compris l'achat des buses et des coffres.

Si les eaux que l'on cherche à ramener à la surface du sol existaient à 80 pieds (25m.98) de profondeur, et que l'on ne fût obligé, pour atteindre le calcaire crayeux, que de traverser des terrains d'une nature argileuse, quatre ouvriers pourraient, en six ou sept jours, exécuter le travail qu'entraînerait l'établissement d'une fontaine dans un semblable terrain, et la dépense s'élèverait tout au plus à la somme de 150 fr.

Pour donner un exemple de la manière dont les dépenses s'accroissent, lorsque les terrains deviennent plus difficiles à traverser, nous ferons connaître ici les résultats d'un sondage que l'on a entrepris en 1825, dans la ville de Roubaix, département du Nord.

Les terrains que l'on a traversés sont ainsi composés à partir de la surface du sol :

	pieds.	pouc.	mètres.
Argile	18	4	5,95
Sable jaune	4	7	1,49
Argile	55	»	17,87
Sable sans consistance	20	2	6,55
Sable dur et sec	8	3	2,68
Idem	3	8	1,19
Sable sans consistance	2	9	0,89
Argile mêlée de sable	38	6	12,51
Sable sans consistance	4	7	1,49
Épaisseur totale des terrains,	155	10	50,62

Comme, avant de commencer ce sondage, on avait ouvert un puits de 22 pieds 11 pouces (7m,445) de profondeur, sur 4 pieds 7 pouces (1m,489) de largeur, on a alors enfoncé de coffres qu'à partir de la base inférieure de ce puits.

Le premier de ces coffres avait 1 pied 7 pouces (0m,514) de vide, et 32 pieds 1 pouce (10m44) de longueur.

Le deuxième, 1 pied 1 pouce (0m352) de vide, et 78 pieds 10 pouces (25m,61) de longueur.

Et le troisième, 8 pouces (0m,217) de vide, et 83 pieds 5 pouces (27m,09) de longueur.

Ainsi, ces trois coffres, qui étaient composés de madriers d'orme de 1 pouce (0m,027) d'épaisseur, sont parvenus à une profondeur totale au-dessous de la surface du sol, de 106 pieds 4 pouces (34m,54), et comme le troisième n'a pu être plus profondément enfoncé, on a continué le sondage jusqu'à 155 pieds 10 pouces (55m,62), en ne se servant que d'outils d'un diamètre de 3 pouces (0m,081). Mais à partir de cette profondeur, le tron foré, par suite d'un éboulement qui s'est opéré le long de ses parois, s'était rempli sur une hauteur de 45 pieds 10 pouces (14m,889), ce sondage n'a pas été poursuivi. La constance des terrains de sable a d'ailleurs fait perdre au chef ouvrier l'espérance d'arriver jusqu'au calcaire grossier, qui, d'après les probabilités que l'on déduit des lieux environnans, doit exister au-dessous des terrains de nouvelle formation que l'on a traversés.

Ce sondage a exigé deux mois et demi de travail, et a

Digitized by Google

coûte, pour la main-d'œuvre, compris le chef ouvrier qui dirigeait les opérations . . . . . 1200 fr
Et pour les coffres 800

Total, 2000 fr

Nous ne faisons mention ici que de la somme de 2000 fr., mais le propriétaire, qui a fait faire ce sondage afin d'obtenir une assez grande quantité d'eau pour alimenter une machine à vapeur de vingt chevaux, à moyenne pression, a dépensé une somme totale de 2696 fr. Dans celle de 696 fr., sont compris les frais du voyage de deux ouvriers, le transport d'instruments et l'établissement de pompes en bois dont il a fallu se servir pour épuiser les eaux du puits dans lequel les coffres ont été enfoncés.

Ce sondage aurait pu être beaucoup mieux conduit qu'il ne l'a été, d'abord, nous avons remarqué, lorsque nous nous sommes transportés sur les lieux, que les coffres n'étaient construits avec aucun soin, que les madriers, ou plutôt les planches qui les composaient, avaient une trop faible épaisseur; et ce qui la prouve, c'est que le troisième coffre n'a pu dépasser que de 4 pieds 7 pouces (1m,489) celui dans lequel il avait été introduit, et cela, parce que l'élasticité de ces planches s'opposait à ce que les effets du mouton se fissent sentir à l'extrémité inférieure de ce coffre. Nous avons en outre remarqué que la distance qu'on a laissée entre ces coffres était beaucoup trop grande, et qu'on s'est ainsi retiré la facilité d'enfoncer un quatrième coffre, ce qui cependant aurait été facile, si l'on n'avait laissé entre eux que la distance dont nous avons

parlé dans le cours de notre ouvrage. Enfin, nous pensons que l'on aurait dû, pour continuer le sondage avec sécurité, enfoncer des tuyaux de tôle de 1 ligne et demie (0m,007) d'épaisseur, et de 3 pouces (0m,081) de vide intérieur, dans les 49 pieds 6 pouces (17m,704) qu'on a creusés au-dessous du troisième coffre. Par ce moyen, on aurait prévenu l'éboulement de parois qui n'étaient nullement solides, et qui devaient nécessairement céder à la pression des terrains environnans. Dans le cas où on aurait craint, par suite de la résistance qui peut-être aurait pu s'opposer à leur descente, de ne pas pouvoir faire agir le mouton sur eux, on aurait ajusté à leur partie supérieure deux moises ou petites pièces de bois avec des boulons et des écrous, afin de les serrer fortement contre ces tuyaux, et on aurait ensuite chargé de poids ces moises, afin de faire descendre par pression tout l'assemblage.

Si l'on avait suivi et fait tout ce que nous venons de dire, et que l'on eût employé des coffres cylindriques comme ceux dont nous avons donné la description, on se serait alors ménagé les moyens de traverser une bien plus grande masse de terrain, et il est à croire que le sondage aurait pu être poursuivi jusque dans la calcaire crayeux.

Quelquefois des sondages peuvent atteindre une assez grande profondeur sans entraîner de grandes dépenses; l'exemple suivant en donnera la preuve.

Un propriétaire du village de Gonchem, arrondissement de Bethune, département du Pas-de-Calais, a fait

percer quatre fontaines dans une prairie située près de ce village, qui lui ont procuré des eaux très limpides. Nous avons constaté que le niveau de ces eaux, qui seules font tourner la roue d'un petit moulin, dont le diamètre est de 9 pieds (2m,924), et qui fait 400 livres de farine par 24 heures, est de 11 pieds (3m,57) au-dessus du niveau de celles qui coulent à la superficie.

Ces fontaines ont été creusées à une profondeur de 140 pieds (45m,48) environ; elles ont exigé chacune à peu près dix jours de travail de quatre ouvriers, et ont coûté, terme moyen, 300 fr.

Les terrains que la sonde a traversés sont ainsi composés.

	pieds.	mètres.
Terre végétale	20.	6,497
Sable	30	9,745
Argile assez homogène	60	19,490
Craie reconnue sur une épaisseur de	30	9,745

La partie de l'arrondissement de Béthune, connue sous le nom de bas-pays, et où se trouve situé le village de Gonehem, dans lequel ces fontaines ont été établies, est tellement horizontale, que les eaux de la superficie ne s'écoulent qu'avec une extrême lenteur. Aussi, l'aspect de ce pays, si varié dans ses productions, étonne singulièrement les étrangers qui le parcourent, et qui, se trouvant toujours au centre d'un vaste horizon, ne peuvent s'expliquer d'où proviennent les eaux que la sonde du mineur y fait sans cesse découvrir. Ces eaux, qui s'élancent d'une profondeur de 150 à 300 pieds

(48",73) à (97",452), s'élèvent presque toujours jusqu'à la surface du sol, et s'y répandent en gros bouillons, ou, au moyen de petits étages placés sur les buses, en gerbes d'une admirable limpidité.

Nous croyons utile de consigner ici les résultats suivans que nous avons recueillis d'un sondage très bien conduit; et ils nous mettront à même de faire quelques observations sur l'approfondissement journalier auquel on peut parvenir dans des calcaires crayeux. Ce sondage, lorsque nous nous sommes présentés sur les lieux, avait atteint une profondeur de.

pieds	pouc.	lign.	mètres.
138	5	6	44,977

On continua le travail, et, dans la journée, on remonta quatre fois la sonde, qui s'enfonça des quantités variables suivantes:

	pouc.	lign.	mètres.
1re	14	»	0,379
2e	8	»	0,217
3e	6	»	0,162
4e	6	6	0,176

On eut beaucoup de peine pour traverser, vers la fin de la journée, sur une hauteur de 6 pouces 6 lign. (0",176), le calcaire jaunâtre, mais

toujours crayeux, dans lequel on travaillait, et il était tellement dur et compacte, qu'il a fallu mettre sept hommes à la manivelle pour la faire tourner.

	pieds	pouc.	mètres
Le deuxième jour, avant de commencer le travail, on était à	141	4	45,91
On continua de traverser des bancs de calcaire jaunâtre, et l'on s'enfonça dans la journée de quatre pieds (1m,299).			
Le troisième jour, au matin, on était à	145	4	47,534
On traversa des bancs de marne grise-jaunâtre, et l'on s'enfonça de 2 pieds 8 pouces (0m,866)			
Le quatrième jour, au matin, on était à	148	»	48,40
On traversa du calcaire crayeux d'une couleur bleue foncée, et, dans la journée, la sonde s'enfonça de deux pieds neuf pouces (0m,893)			
Le cinquième jour on était à. .	150	9	49,29
On traversa 2 pieds 4 pouces (0m,758) de calcaire semblable au précédent			
Ainsi, à la fin de la journée, on avait atteint une profondeur totale de	153	1	50,05
A partir du sixième jour jusqu'au			

quinzième, on a toujours sondé dans le calcaire crayeux bleuâtre, et l'on s'est arrêté à la profondeur de (*).

	pieds	pouc.	mètres
	176	3	57,57

D'après ce que nous venons de rapporter, on voit que le trou de sonde a été approfondi, à partir de 138 pieds 5 pouces 6 lignes (44m,977) au-dessous de la surface du sol

	pieds	pouc.	lign	mètres
Le 1er jour, de	2	10	6	0,884
Le 2e de	4	»	»	1,299
Le 3e de	2	8	»	0,866
Le 4e de	2	9	»	0,893
Le 5e de	2	4	»	0,758
Et du 6e au 15e de	23	2	»	7,726

Ainsi, l'approfondissement a été, terme moyen, par jour, de 2 pieds 4 pouces

Pendant cet approfondissement, le maître sondeur et quatre manœuvres ont été constamment employés à faire tourner la manivelle

Comme ce trou de sonde, à partir de la profondeur de

(*) Les eaux que l'on a primitivement rencontrées à 90 pieds (29m,235) environ de profondeur dans une craie tendre, et dont le niveau se tient à 6 pieds (1m,949) au-dessous du sol, et à 2 pieds (0m,65) au-dessus du niveau ordinaire des eaux d'une rivière qui passe à côté de l'endroit où ce sondage a été entrepris, n'ont éprouvé aucune variation, quoique le trou de sonde ait été approfondi de 176 pieds 3 pouces (57m,57) au-dessous de la surface du sol.

136 pieds 5 pouces 6 lignes (44m,977), a été repris sur une hauteur de 37 pieds 7 pouces 6 lignes (12m,22), pour lui donner un diamètre de 8 pouces (0m,22), afin de se procurer une plus grande masse d'eau, et que chaque jour la sonde s'enfonçait, terme moyen, de 5 pieds 6 pouces (1m,787), il s'ensuit qu'on peut, à partir d'une profondeur de 140 pieds (45m,48) environ au-dessous de la surface du sol, approfondir de près de 2 pieds (0m,65) par jour, jusqu'à 180 pieds (58m,50), un trou de sonde de 8 pouces (0m,22) de diamètre, dans un calcaire crayeux, compacte et homogène.

Lorsque ces calcaires ne sont pas trop durs et qu'on ne rencontre pas de cailloux, on peut facilement approfondir, par jour, de 3 pieds (1m) environ, un trou de sonde de 3 pouces (0m,081) de diamètre, déjà parvenu à 300 pieds (97m,452) au-dessous de la surface du sol.

Le chef ouvrier qui a entrepris le sondage dont nous venons de faire mention, etait convenu avec le propriétaire qui l'employait, qu'il recevrait 4 fr. par pied courant jusqu'à 200 pieds (64m,968), or, comme à 150 pieds (48m,73), cet ouvrier pouvait, chaque jour, approfondir le trou de sonde de 2 pieds (0m,65) environ, sur 8 pouces (0m,22) de diamètre, et qu'il recevait 8 fr. pour ce travail, il lui restait encore, après avoir payé les quatre ouvriers qu'il employait, à raison de 1 fr. 20 cent., un bénéfice net de 3 fr. 20 cent.

Les chefs ouvriers sondeurs de l'Artois, dont la nombre ne s'élève pas au-delà de sept ou huit, sont, en général, peu disposés à entreprendre l'établissement de fontaines jaillissantes

ou montantes de fond, à prix fait. Cependant ils y consentent lorsqu'ils ne doivent travailler que dans des terrains composés de couches argileuses plus ou moins compactes et de calcaires crayeux, et ils demandent ordinairement 3 fr. par pied (0m,325) jusqu'à 100 pieds (32m,484), 3 fr. 50 cent. depuis 100 pieds (32m,484) jusqu'à 125 pieds (40m,60), 4 fr. depuis 125 pieds (40m,60) jusqu'à 150 pieds (48m,73), 4 fr. 50 cent. depuis 150 pieds (48m,73) jusqu'à 175 pieds (56m,847), et 5 fr. depuis cette profondeur jusqu'à celle de 200 pieds (64m,97).

Lorsqu'ils doivent se transporter dans les différentes parties de la France, ils demandent 8 à 10 fr. par jour, et veulent en outre qu'on leur fournisse les ouvriers dont ils ont besoin, et qu'on leur paie leurs frais de voyage. En général, ils n'ont pas répondu à l'attente des propriétaires qui les ont appelés; et c'est pour qu'on puisse, sans leur secours, entreprendre, à l'aide de la sonde du mineur, des recherches d'eaux souterraines, que nous sommes entrés dans tous les détails que de semblables recherches comportent.

Procédés employés par les Anglais pour rechercher des eaux souterraines.

§ 102. Les procédés que nous avons fait connaître dans le cours de cet ouvrage pour ramener à la surface du sol des eaux souterraines, sont, comme nous l'avons dit, pratiqués depuis un grand nombre d'années dans le nord de la France, et si, jusqu'à présent, l'on ne s'est exclusive-

ment servi que de coffres et de buses en bois, soit pour maintenir les couches de sables qui souvent font partie des terrains qu'on est obligé de traverser avec la sonde, soit pour isoler les eaux pures et limpides que l'on rencontre, de celles qui ne peuvent servir aux usages habituels de la vie, c'est afin de restreindre, autant que possible, les dépenses qu'entraîne l'établissement de ces fontaines; mais on pourrait, à l'exemple des Anglais, substituer à ces coffres et à ces buses, des tuyaux de fonte et de cuivre dont l'emploi facilite et abrège souvent de beaucoup les opérations du sondage. Depuis quelques années, un grand nombre de fontaines ont été forées dans les environs de Londres, notamment à Richemond, Brentford, Kingston, etc., en employant des cylindres métalliques, et comme les travaux à l'aide desquels s'établissent, en Angleterre, ces fontaines, présentent quelques différences avec ceux que l'on entreprend en France, nous en donnerons ici une description qui, quoique n'étant que succincte, n'en paraîtra cependant pas moins claire aux personnes dont l'attention se sera fixée sur les détails que nous avons consignés dans le Chap. IV de cet ouvrage.

Lorsqu'il s'agit d'établir une fontaine forée, on élève d'abord verticalement quatre arbres de chêne ou de sapin de 25 pieds (8m,121) de longueur environ, que l'on éloigne les uns des autres de manière à ce qu'étant placés aux quatre angles d'un carré, ils laissent entre eux une distance de 8 pieds (2m,599). Ces arbres, qui sont destinés à former les arêtes extérieures d'une charpente solide, et qui

trouvent un point d'appui dans le sol, sont, en outre, parfaitement consolidés ensemble à l'aide de huit autres arbres ou gaules, qui se croisent deux à deux dans les plans qu'on suppose passer par l'axe des premiers On dresse ensuite à 6 pieds (1m,976) environ au-dessus du sol, au moyen de quatre gites que l'on fixe aux arbres verticaux, un plancher sur lequel se placent les ouvriers chargés de tourner les manivelles et de manœuvrer la sonde Au-dessus de ce premier plancher, et à peu près à 24 pieds (7m,79) de la surface du sol, on en établit un second, et l'on y assujettit un treuil muni de deux manivelles coudées, autour duquel s'enroule le câble portant le crochet qui soutient la soude Ce plancher est, de même que le premier, établi avec des gites horizontaux fixés d'une manière invariable, à l'aide de cordes, aux arbres verticaux Lorsque toute cette charpente est élevée, et que l'on a dressé dans l'un de ses angles une échelle pour que les ouvriers puissent, avec facilité, monter sur ces planchers, on commence les opérations du soudage, l'on donne ordinairement 6 pouces 2 lignes (0m,166) au trou que l'on fore, et lorsqu'il a atteint une assez grande profondeur, ou plutôt lorsqu'on s'aperçoit que ses parois n'ont aucune consistance, on y introduit des tuyaux ou cylindres de fonte de 4 lignes (0m,008) d'épaisseur environ, de 5 pouces 4 lignes (0m,143) de diamètre ou de vide intérieur, et de 9 pieds (2m,924) de longueur Leur partie supérieure et inférieure présente, sur une hauteur de 4 pouces (0m,108), un petit épaulement, mais qui cependant ne se fait remarquer que dans le vide intérieur de ces cylindres Lorsque

l'un d'eux est entré dans le sol sur toute sa longueur, on en ajuste successivement un second, puis un troisième, un quatrième, etc., jusqu'à ce qu'enfin on ait traversé totalement les terrains sableux. Les parties de ces cylindres qui s'emboîtent les unes dans les autres, ont 2 lignes (0m,004) d'épaisseur, et sont traversées, lorsqu'elles sont parfaitement assemblées, par trois ou quatre vis à tête fraisées, dont le diamètre est d'environ 5 lignes (0m,011).

Lorsque ces cylindres sont posés dans le trou de sonde et qu'on veut les faire descendre, on suspend autour de celui qui est hors de l'intérieur du sol, et immédiatement au-dessous du premier plancher, afin que les ouvriers sondeurs n'éprouvent aucune gêne à continuer le forage, des corps pesans, tels que des boulets, des bombes, etc.; mais comme le poids de ces corps ne suffit pas toujours pour que ces cylindres puissent atteindre la tête des argiles ou des terrains fermes sur lesquels reposent les sables mouvans, on adapte alors au crochet du cable un mouton de 4no livres, semblable a celui que représente la *fig.* 105, et que l'on fait glisser le long de deux traverses verticales que l'on place, toutes les fois que l'on en a besoin, entre les deux planchers dont nous avons parlé, ou si l'on ne veut pas que ce mouton soit à rainures, on l'arme de quatre mentonnets garnis de rouleaux, et on le dirige sur les cylindres de fonte à l'aide d'une piece de bois verticale qui remplit le même but que les écoperches des *fig.* 80 et 87. Pour le manœuvrer facilement à l'aide du câble auquel il est attaché, six hommes se placent aux deux manivelles du treuil, et tandis qu'ils élevent ce mouton, on

ouvrier situé à 3 pieds (1m) environ de distance du centre du plancher, tire à lui l'extrémité de ce câble, et vrille constamment à ce qu'il ne présente jamais plus de deux tours sur le treuil. Lorsque ce mouton est parvenu au plus haut point de sa course, laquelle peut être de 10 à 12 pieds (3m,248) à (3m,898), cet ouvrier l'abandonne à lui-même, en lâchant le câble qui le soutient, et il tombe alors perpendiculairement sur l'espèce de bonnet en fonte dont est recouvert le cylindre supérieur. Cette manœuvre est répétée pendant tout le temps que le mouton produit de l'effet; mais lorsque les cylindres ne s'enfoncent plus, les ouvriers placés sur le plancher le plus près du sol redescendent les barreaux de sonde qui sont soutenus verticalement par la charpente, près de laquelle on les ramène facilement en les faisant glisser parallèlement à eux-mêmes, entre deux rainures existantes dans les deux planchers, et ils font agir de nouveau, soit les tarières, soit les langues de serpent, afin de continuer l'approfondissement du trou de sonde.

Les Anglais n'emploient que des tuyaux parfaitement confectionnés; et toutes les parties qui doivent entrer les unes dans les autres sont tournées avec beaucoup de soin. La fonte dont ils sont formés doit être homogène, grise et très douce, afin d'offrir au choc une beaucoup plus grande résistance que la fonte blanche. L'épaisseur de ces tuyaux doit être aussi parfaitement égale, et cette condition n'est pas une des moins difficiles à remplir lorsqu'il s'agit de les couler.

En général, les travaux que les ouvriers anglais entre-

prennent pour rechercher des eaux souterraines, sont faits avec une grande précision, et sont surtout conduits avec une extrême prudence. Sous ce double rapport, ces ouvriers ont une expérience et une habileté qu'on chercherait en vain dans ceux du nord de la France.

Comme les cylindres de fonte dont nous venons de nous occuper résistent très bien aux percussions qu'on leur fait éprouver, et que leurs dimensions sont beaucoup plus faibles que celles des coffres que nous avons décrits, on parvient presque toujours, à l'aide de cylindres d'une seule et même largeur, à contenir les sables que l'on rencontre, lors même que leur épaisseur surpasserait celle de 100 pieds (32m,484)

Lorsque ces sables sont parfaitement maintenus, on poursuit alors au milieu des argiles le trou de sonde, en lui donnant, jusqu'à ce que l'on ait atteint le calcaire crayeux, un diamètre de 4 pouces (0m,108) On enfonce ensuite, depuis la surface du sol jusqu'à la naissance des sources d'eaux pures, des tuyaux de cuivre de 3 pouces 8 lignes (0m,097) de diamètre intérieur, et de 2 lignes (0m,004) d'épaisseur. Ces tuyaux, que l'on étame ordinairement à l'intérieur, servent à isoler ces eaux de celles qui leur sont supérieures, et qui, souvent, proviennent de terrains renfermant des grenpes de pyrites ferrugineuses Pour pouvoir les enfoncer facilement, on les soude successivement les uns aux autres, en introduisant un fer rouge dans leur intérieur, jusqu'à l'endroit où ils se joignent. Lorsqu'ils sont définitivement en place, on remplit alors l'espace qui existe entre les cylin-

dres de fonte et ces tubes de cuivre, afin qu'il n'y ait aucune espèce de communication entre les terrains supérieurs et inférieurs, soit avec de l'argile, soit avec un coulage de cendres de houille et de chaux vive.

La méthode que nous venons de décrire, et qui, comme on le voit, a beaucoup d'analogie avec celle que l'on pratique en France, présente, sous le rapport de la main-d'œuvre, d'assez grands avantages, l'expérience prouve, en effet, que l'on passe plus promptement les couches de sables en se servant de cylindres de fonte que de coffres en bois, et cela, parce que le terrain n'a pas besoin d'être foré sur un aussi grand diamètre; mais, d'un autre côté, les tuyaux de fonte et de cuivre entraînent des dépenses beaucoup plus considérables. Aussi, nous pensons que, quoiqu'une fontaine soit moins susceptible de se détruire lorsque les eaux se répandent à la surface du sol en traversant des tuyaux de cuivre que des buses de bois, on ne doit néanmoins employer les procédés anglais que lorsqu'il s'agit d'établir des fontaines dans des terrains qui présentent, pour être traversés, de grandes difficultés, et qui exigent l'emploi de trois ou quatre coffres, parce qu'alors les dépenses sont à peu près semblables dans l'un et l'autre cas.

Le besoin impérieux que l'on avait de se procurer de bonne eau dans la citadelle de Calais, a fait recourir à la méthode que nous venons de décrire; des Anglais se sont, en conséquence, livrés, après avoir obtenu du gouvernement français la ratification du marché qu'ils avaient présenté, et la permission de faire entrer en France, exempts

de tous droits), les différens cylindres de fonte et de cuivre qui leur étaient nécessaires, à des recherches d'eaux souterraines dans cette citadelle. Leurs opérations ont été très bien conduites, et après trois mois d'un travail assidu, ils sont parvenus à ramener à 18 pieds (5m,847) environ au-dessous de la surface du sol, et de 800 pieds (100m) de profondeur, de l'eau de source qui donne, au niveau de la base, c'est-à-dire au fond de l'excavation comique de 18 pieds (5m,847) qu'ils ont formée, un volume d'eau de 9m,50 cubes par vingt-quatre heures. Ces ouvriers, d'après leur marché, devaient en fournir une plus grande quantité, mais on sent que la condition qu'on leur avait imposée relativement à la quotité de ce volume d'eau ne pouvait être remplie, et il est évident qu'indépendamment de leur volonté, la masse de liquide qui devait sortir par une buse de 4 pouces (0m,108) de diamètre, et dont l'ouverture devait être à 18 pieds (5m,847) au-dessous de la surface du sol, pouvait être plus ou moins considérable que celle qu'ils avaient promise; il suffit d'avoir de simples notions sur la manière dont les eaux se répandent dans le sein de la terre, pour que l'on soit convaincu de ce que nous avançons ici.

Les eaux qui coulent actuellement dans la citadelle de Calais ne sont pas aussi pures que celles que produisent différentes fontaines que l'on a creusées à deux ou trois lieues de cette ville. Néanmoins elles nous ont paru, lorsque nous les avons goûtées, propres à servir aux usages de la vie, et il y a lieu d'espérer qu'elles n'éprouveront aucune détérioration. Cependant nous n'oserions l'assurer, parce

que les eaux que l'on a été procurées, par suite des travaux que l'on avait entrepris en 1819 dans cette citadelle, se sont peu à peu altérées, et ce n'est que quelque temps après que ces travaux ont été terminés, qu'elles sont devenues tout-à-fait saumâtres.

Le pied courant des cylindres de fonte que l'on emploie ordinairement dans la méthode anglaise, et dont nous avons donné les dimensions, pèse 21 livres, et doit coûter 8 fr.

Le pied courant des buses en cuivre pèse 4 livres, et coûte 10 fr. 50 c.

Ces deux données, jointes à celles que nous avons rapportées dans le paragraphe précédent sur le prix de la main-d'œuvre, serviront à dresser approximativement le devis des fontaines qu'on voudrait établir en ne se servant que de cylindres métalliques pour passer les couches de sables et pour isoler des terrains environnans les eaux centrales qu'on cherche à ramener à la surface du sol.

Conséquences déduites des faits et des observations contenus dans cet ouvrage.

§ 103. Nous terminerons ici notre ouvrage sur les fontaines jaillissantes ou montantes de fond, parce que nous pensons, d'après tous les détails dans lesquels nous sommes entrés, que nous avons satisfait aux conditions proposées par la Société d'Encouragement de Paris, *sur l'art de percer au de forer, à l'aide de la sonde du mineur ou du fontenier, les puits artésiens depuis 25 jusqu'à* 100 *mètres.*

Nous avons en effet exposé et fait connaître avec détail :

1°. Les principes, d'après lesquels le sondeur fontenier doit se guider dans la recherche des terrains susceptibles de renfermer des eaux qui puissent s'élever à la surface du sol ou se tenir stationnaires à quelques mètres au-dessus de cette surface ;

2°. Les travaux que l'on doit exécuter, à l'aide de la sonde du mineur, pour traverser les différens terrains au-dessous desquels existent ces eaux ;

3°. Les difficultés qu'on rencontre souvent dans le percement de ces mêmes terrains, et les moyens de les vaincre ;

4°. La manière de remédier aux inconvéniens auxquels des fontaines forées peuvent être sujettes, et qui tendent à les anéantir ;

Et 5°. Les dépenses que peut entraîner l'établissement de ces fontaines, eu égard aux différentes natures de terrains que l'on doit traverser pour arriver aux couches de calcaire qui recèlent ces eaux.

FIN.

EXPLICATION

DES PLANCHES.

PLANCHE PREMIÈRE

Fig. 1re, carte du département du Pas-de-Calais

a b c d e f, limite du haut et du bas pays.

n, o, p, q, limites des départemens du Pas-de-Calais et du Nord.

Les lignes passant par les communes de Choques, Aire, Merville, Ardres, etc., etc., servent à indiquer les coupes de terrains rapportées dans les planches suivantes.

La ligne ponctuée passant par les communes de Landrethun, Colembert, Desvres et Neuchâtel, indique la séparation qui existe entre les terrains crayeux et ceux de plus ancienne formation dont le Boulonnais est formé

PLANCHE II

Les *fig.* 2, 3, 4 et 5, représentent la succession et l'épaisseur des couches traversées par les sondages exécutés à Calais, Ardres, Annezin et Choques. Elles font en même temps connaître la profondeur de ces sondages.

PLANCHE III

La *fig.* 6 indique la composition des terrains des environs de la

ville d'Aure, et la profondeur à laquelle on a rencontré la calcaire crayeux.

PLANCHE IV

La *fig. 7* représente la succession des différentes natures des terrains traversés dans la commune de Merville, et fait voir en même temps la manière dont les eaux affluent au fond du trou de sonde.

PLANCHE V.

Fig. 8, coupe des terrains traversés à Bleugel, et dans lesquels trois sondages ont été exécutés. Le dernier des trois est le seul qui ait ramené de l'eau à la surface du sol.

Le profil de la vallée est fictif. Il n'y a que les hauteurs qui soient exactes.

abcd, couche argilo-marneuse.

fgabhk, couches de calcaires crayeux séparés par des lits de silex pyromaques.

PLANCHE VI.

Fig. 9 et *10*, tête de la sonde vue sous deux faces différentes.

Fig. 11 et *12*, tige de la sonde.

Figs. 13 et *14*, assemblage de deux tiges.

Figs. 15, *16* et *17*, assemblage du câble, des étriers et des tiges de la sonde. Ces trois *fig.* représentent en plan, en profil et en élévation ces différens objets.

Fig. 18 et *19*, plan et élévation de la manivelle.

n, *o'*, ouverture rectangulaire pratiquée dans le corps de la manivelle pour recevoir la tige de la sonde.

de, coin servant a maintenir la sonde dans la manivelle.

Fig. 20 et 21, disposition du câble et de l'étrier à l'aide duquel on désassemble les différens barreaux de la sonde. Ces deux *fig.* font voir cet assemblage sous deux faces différentes.

PLANCHE VII.

Fig. 22, 23 et 24, plan, profil et élévation d'une tarière.

ab, manche de cette tarière. Il est, comme on voit, terminé par un enfourchement mâle, pour qu'il puisse s'adapter à l'une des tiges de la sonde.

Fig. 25, 26 et 27, plan, élévation et profil d'un instrument avec lequel on commence les trous de sonde dans des argiles coulantes.

Fig. 28, 29 et 30, autre instrument que l'on emploie pour élargir le trou formé par le précédent.

Fig. 31, 32 et 33, instrument en cœur communément employé par la fontenier sondeur. Les deux instrumens précédens sont toujours employés avant celui-ci. La *fig.* 33 représente la projection horizontale de la partie de cet instrument comprise entre la ligne *ab* et l'extrémité inférieure *n*.

Fig. 34, 35 et 36, plan, profil et élévation d'un instrument que l'on emploie pour faciliter l'introduction des coffres dans les couches argileuses.

La *fig.* 36 représente la projection horizontale à partir de la ligne qui passerait par les points *epqr* jusqu'à l'extrémité *n*. Les mêmes lettres, dans ces trois figures, indiquent les mêmes parties de l'instrument.

PLANCHE VIII.

Les *fig.* 37, 38 et 39, représentent un outil formé de deux ailes recourbées en sens contraire et qui sont terminées par une langue de serpent.

Les *fig.* 38 et 39 représentent les coupes faites suivant les plans horizontaux passant par les lignes *ab* et *b'c* de la *fig.* 37

Fig. 40, 41 et 49, plan et profils de l'instrument nommé *hardi* ou *perçoir*.

La *fig.* 41 le représente vu suivant le plan *gh*.

Fig. 43, double tire-bourre propre à ramener au jour les silex.

Fig. 44, 45 et 46, ciseau simple.

Fig. 47 et 48, double ciseau.

Fig. 49 et 50, bonnet carré.

Fig. 51 et 52, ciseau pyramidal.

Fig. 53 et 54, trépan terminé par une courbe représentée par les lettres *a*, *b*, *c*.

Fig. 55 et 56, autre espèce de trépan terminé par quatre surfaces gauches, dont les intersections se réunissent en un point *a*.

Fig. 57, 58 et 59, autre trépan à tranchant horizontal.

La *fig.* 59 le représente vu suivant la ligne *ab*, et celle 58 en représente le plan, mais on a été obligé de la retourner pour voir la position de la ligne d'intersection *oq* des deux faces qui terminent cet outil.

Fig. 60, 61 et 62, allésoir. Les deux premières *fig.* le représentent vu suivant les lignes *mn* et *op*.

PLANCHE IX.

Fig. 63 et 65, élévation et coupe d'une cuillar conique terminée en hélice.

gh, cercle de fer en dedans du cône, sur lequel s'applique l'anse *mpn*.

p, cheville de fer servant à fixer l'anse *mpn* à la tige *cba*.

La *fig.* 64 représente un instrument que l'on emploie pour nettoyer les coffres et faire tomber l'argile qui s'attache à leurs parois, mais il est peu utile, car en descendant les coffres les uns dans les autres, ils font eux-mêmes tomber l'argile qui aurait pu se coller aux parois de ceux déjà enfoncés.

Cet instrument est composé de quatre faces ou plaques en fer, rectangulaires, et égales à celles *ab*

cd, épaisseur de ces plaques Elles sont, comme on le voit, terminées en biseau

e, f, g, f, branches qui s'attachent à la tige *nm*

Fig. 66 et 67, plan et coupe d'un instrument propre à retirer les sables qui n'ont aucune consistance

abcd, plan d'une caisse rectangulaire (*Les mêmes lettres correspondent aux mêmes objets dans les deux figures*)

lhkn, cylindre fixe à la caisse

opqxyz, surface héliçoïde servant à ramener le sable

gg, etc, soutiens

ag'o'd, anses.

h'h', rondelle de cuir

a'a', petit anneau cylindrique

ffff, petites pièces de fer dans les quatre angles de la caisse rectangulaire, auxquelles le fond mobile *q'bcr'* est fixé à l'aide des écrous *tt*

d'd', etc, compartimens de la caisse dans lesquels le sable tombe de la surface héliçoïde

(*Voir le* § 35 *du texte pour de plus grands détails*)

Fig. 68, instrument dont on se sert pour retirer les coffres.

abc, pièce de fer dont le centre de gravité est un peu au-dessous du point de suspension *c*.

de, tige dans l'épaisseur de laquelle existe une rainure d'une hauteur égale à la moitié de la longueur *ab*, afin que la pièce *aib* puisse y entrer

Fig. 69, tourne-à-gauche

abcd, ouverture dans laquelle entre la tige de la sonde

Fig. 70, *aprn*, clef d'arrêt

ab, ouverture circulaire dans laquelle on passe un câble lorsqu'on veut suspendre, avec cet instrument, la tige de la sonde dans le trou foré.

qh, ouverture rectangulaire pour recevoir la tige de la sonde.

Fig. 71, *ab*, curette pour nettoyer les tarières.

Fig. 72 et 73, plan et élévation du grand arrache-sonde.

am, ouverture par laquelle entre la tige de la sonde, et qui se place en *pq* lorsque l'on tourne l'instrument.

Fig. 74 et 75, petit arrache-sonde vu sous deux faces différentes.

gpq, demi-collier ou étrier retenu à frottement dur contre les faces de la tige *ab*, et dans lequel entre le barreau cassé.

Fig. 76, arrache-sonde en hélice.

ab, partie intérieure tranchante.

Fig. 77, cloche d'accrocheur.

abc, écrou dans lequel entre la tige cassée.

Fig. 78 et 79, instrument pour retirer les coffres dans les petits sondages.

abcd, ailes sur les faces extérieures desquelles sont tracées des sections de vis.

PLANCHE X.

Fig. 80, *f'*, coffre avec un bonnet *p'*, sur lequel tombe le mouton *a'b'*.

Lorsqu'on veut faire agir le mouton sur le coffre, on ôte le câble de travail, et les ouvriers y adaptent quelques cordes pour élever ce mouton.

q'q', pièce de bois à laquelle on attache un câble qui porte le nom de *haubans*, et que l'on tient tendu en fixant dans la terre, à une certaine distance de l'engin, un piquet auquel ce câble est attaché.

r' et *s'*, petites pièces de bois qui servent à fixer ensemble l'écoperche *o p'* et le poinçon *ab*.

Les mêmes lettres indiquent, dans les *Pl. X*, *XI* et *XII*, les mêmes objets.

Fig. 81, plan de la roue *nqr* de la *fig.* 80 et des petites pou-

bas $n'n$, qui empêchent que le câble, auquel on attache la sonde ou le mouton, ne sorte de la gorge pratiquée à la circonférence de cette roue.

Fig. 83, $a'b'$, mouton.

xy, mentonnets.

$a'p'$, écoperche.

Fig. 85, assemblage de l'écoperche avec le mouton.

ab, poinçon.

$a'p'$, écoperche.

$r'r'$, petites pièces de bois qui s'appliquent sur les faces opposées du poinçon et de l'écoperche. Elles tiennent à l'aide de boulons représentés par des lignes ponctuées.

Un second assemblage pareil a celui-ci a lieu en n', *fig.* 80.

Fig. 84, $a'b'$, mouton.

xy, mentonnets.

vv, petites pièces de bois que l'on enfonce au-dessus des mentonnets lorsqu'ils sont entrés dans les ouvertures $xy'c'$ pratiquées dans le mouton.

$a'p'$, écoperche.

PLANCHE XI

Fig. 85, plan de l'engin que les *fig.* 80 et 86 représentent en élévation.

ab, poinçon.

$a'p'$, écoperche.

$d'd'$, petites pièces de bois semblables à celles $r'r'$ des *fig.* 80 et 85, et qui servent aux mêmes usages.

$t'u$, pièce de bois supportant l'un des tourillons du treuil.

PLANCHE XII

Fig. 86, élevation de l'engin, prise suivant le plan gh de la *fig.* 85, ainsi que du mouton $a'b'$, du bonnet p'' et du coffre f'.

PLANCHE XIII.

La *fig.* 89 représente un engin auquel est adapté un mouton qui repose sur le bonnet *p*

ab, pouncon

h'g', écoperche

ww, petites pièces de bois qui servent à lier l'écoperche au pouncon, et qui sont semblables à celles représentées en *r'* et *d'* dans les *fig.* 80 et 83 de la *Pl. X*.

r'c', pièce de bois que l'on peut considérer comme une seconde écoperche, et qui sert à diriger le mouton. Cette pièce est fixe à celle *h' g'* par des frettes de fer *e'e'* qui entourent les trois faces des deux écoperches, et dont les extrémités sont terminées par des vis *d'd'*, dans lesquelles entrent des pièces de fer *s's'*, dont la longueur est un peu plus grande que la largeur des faces de l'écoperche. Ces pièces sont pressées contre cette écoperche par des écrous.

q'q', tasseaux fixés par un boulon à la pièce *r'c'* pour qu'elle ne s'approche qu'à une distance convenable de l'écoperche *h'g'*, lorsqu'on serre les écrous sur les pièces *s's'*.

Lorsque le coffre est enfoncé, on descend alors la pièce de bois *r'c'*, ce que l'on fait facilement en désassemblant les écrous et les pièces de fer *s's'* qui retiennent les frettes de fer *e'e'*. On assemble ensuite de nouveau ces différentes parties, de manière à ce que les tasseaux *q'q'* soient dans une position telle, que les mentonnets du mouton puissent se mouvoir suivant la pièce *c'r'* sans éprouver d'obstacles.

1, 2, 3, 4, etc., cordes à l'aide desquelles des hommes placés sur le 2e coffre *qrst*, *fig.* 159, *Pl. XXI*, soulèvent le mouton.

ab, pouncon terminé par un pivot conique *cd*

m'n', fauconneau

p'', mouton.

p, bonnet.

st, sellette sur laquelle s'appuient les pièces *p* et *q*

mn, pièce de bois dont on peut voir la description et l'usage dans le § 66 du texte. Les *fig.* 149 et 150 de la *Pl. XXII* représentent cette pièce de bois en plan et en profil.

On n'a représenté dans la *Pl XIII*, que les parties supérieures de l'excavation que la *Pl XXI* fait voir en détail, parce que l'on a seulement voulu indiquer de quelle manière se plaçait l'engin sur le plancher construit à la partie supérieure de cette excavation

PLANCHE XIV

Cette planche représente la projection horizontale d'une grue-sonnette.

Fig. 88, *aa*, sole ou maître seuil.

t'n, *gg*, montans inclinés servant à supporter la pièce *jj*, que l'on appelle *tête de la grue*.

hh, *u*, montans inclinés servant à supporter, à l'aide des petites pièces *oo* qui y sont adaptées, le treuil *nn*.

ee, ranchet

dd, pièce de bois servant à supporter l'extrémité inférieure de ce ranchet.

bb, *bb*, pièces horizontales s'adaptant à la sole *aa*, et à la petite pièce *cc*

kk, traverse qui supporte la tête de la grue, et sur laquelle reposent les deux pièces *qq*, *qq*, qui sont représentées avec cette traverse dans les *fig.* 89, 90 et 91.

a''b'', ouvertures pratiquées dans la sole pour recevoir les montans inclinés *t'n* et *gg*.

Les *fig* 92 et 93 font voir le maître seuil en dessus et en dessous, et représentent les ouvertures opposées qui y sont pratiquées pour recevoir les tenons des montans *t'n*, *hh*, *u*, *gg*

pp, *pp*, *fig.* 88, pièces verticales servant à diriger le mouton *tt*

r'', corde ou câble de la grue-sonnette, à l'aide duquel on manœuvre la sonde ou le mouton.

Toutes les lignes ponctuées que représente la *fig.* 88, sont relatives à des détails de construction qui sont expliqués dans le texte, et dont il est inutile de faire mention ici. Les pièces *qq*, *qq* et *pp*, *pp* ne sont adaptées à la grue que lorsqu'on doit se servir du mouton.

Quoiqu'il ne soit pas nécessaire que les tenons des montans qui s'appuient sur le maître sceuil la traversent, il ne faut pas moins que la face $n''y''$, *fig.* 93, qui repose sur le sol, soit percée, comme on le voit, afin que les eaux de pluie qui tomberaient sur la face supérieure *aa*, *fig.* 88, puissent s'écouler.

La traverse *kk* est représentée dans la *fig.* 91 sur toute sa largeur, et la *fig.* 89 indique la grandeur réelle de la face qui se trouve comprise dans le même plan que les faces *f f* et *g g*.

La pièce *E*, *fig.* 90, représente la face de la pièce *qq*, qui se trouve projetée verticalement dans la *fig.* 94, et qu'indiquent les lignes ponctuées *qq* dans la *fig.* 88.

s's, *fig.* 88 et 91, languettes de bois de chêne fixées, à l'aide de pointes, dans les montans verticaux *pp*, *pp*.

n'', n'', n'', n'', *fig.* 88, frettes de fer circulaires qui entourent les deux têtes du trand dans lesquelles on a percé des ouvertures cylindriques de 3 pouces (n°,081), afin de recevoir les leviers *l*, *l*.

4' 5', partie de la face du maître sceuil supposée rabattue sur un plan horizontal *aa*, pour voir la ligne *s'v'* dont nous avons parlé dans le texte.

PLANCHE XV

La *fig.* 94 représente la projection verticale des différentes pièces de bois de la grue-sonnette.

Les mêmes lettres indiquent, dans cette *figure*, les mêmes pièces de bois que dans la *Pl. XIV*.

Dans la *fig.* 94, l'on voit la manière dont la traverse *kk* et les

pieces horizontales qq s'adaptent entre elles, parce que nous avons supposé que le montant inchoé gg etait supprimé

Toutes les lignes ponctuées que représente la *Pl XF*, sont des lignes de construction. Le texte donne sur chacune d'elles les explications dont on peut avoir besoin.

ss, rainures qui existent sur deux faces verticales opposées du mouton, et dans lesquelles entrent les baguettes *ss* des montans verticaux *pp*, *pp*.

fig 95 et 96, poulie vue en plan et en coupe. Le texte fait connaître tout ce qui a rapport à sa construction

L'on emploie toujours de l'orme tortillard pour la former, afin que l'on puisse pratiquer, pour diminuer son poids, des ouvertures *p*, *q*, *n*, dans les madriers *zz*

PLANCHE XVI

La *fig* 97 représente la projection de la grue-sonnette faite sur un plan passant par les points 4, 7 et 7 de la *fig* 94.

Toutes les pièces de cette grue, contenues dans cette planche, et qui correspondent à celles des *fig*. 88 et 94, sont désignées par les mêmes lettres

Fig 98, développement du montant inchoé *t'n* La face *t'f* est la même que celle de la *fig* 88

a et *b*, lignes ponctuées indiquant que ce montant inchoé a été reporté en *zf*

Les parties *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, *k*, indiquent les différens plans qui terminent les tenons

m, *n*, ouvertures qui existent à la jonction de la traverse *kk*, *fig* 97, avec les pièces *t'n* et *gg*

Les lignes ponctuées qui partent de la *fig* 97, et qui se prolongent dans la *fig* 98, servent à expliquer comment on peut trouver l'emplacement de ces ouvertures sur les faces des montans où elles sont pratiquées

Fig. 99, développement du montant *hh*. La face *hk* est reportée en *bc*. L'une des quatre faces de ce montant est à gauche de celle *bc*, et les deux autres sont à sa droite.

PLANCHE XVII.

Fig. 100, *kb*, *kb*, sonnelle des montans verticaux *pp*, *pp*.

d, *d*, *d*, *d*, echantignoles adaptées aux moises *qq*, *qq*, et qui servent à guider la course du mouton dans une ligne verticale.

vv, boulons garnis de leurs ecrous et de leurs rondelles, et dont les têtes sont encastrées dans les languettes *ss*.

oo, petites plaques de fer appliquées sur les faces extérieures des petites moises.

o'o', echantignoles ajustées à l'aide de clous et de quatre boulons aux moises *qq*.

ll, projection horizontale du puits au fond duquel le trou de sonde est établi.

Fig. 101, coupe faite suivant la ligne AB, et servant à indiquer la manière dont la tenaille *mr* s'assemble sur le mouton.

y, étrier dont la partie supérieure s'ajuste au clou tournant.

a, pièce de fer que l'on chassa dans le mouton, et qui est barbelée sur les quatre arêtes.

u, ouverture dans laquelle passe la tenaille *tuu*, et qui est taillée en forme de cône, pour que cette tenaille puisse hâcher le mouton.

Fig. 102, *hh*, petite pièce de bois qui se place à la partie supérieure des montans verticaux *pp*.

Fig. 103, étrier qui s'adapte à la tenaille.

Fig. 104, *p'p*, clou tournant qui se joint au câble de la grue.

Fig. 105, mouton *xo* en élévation.

ss, rainures qui existent sur deux faces parallèles et opposées, et dans lesquelles glissent les languettes des montans verticaux *PP*, *PP*.

m'm', frettes de fer.

a, pièce de fer dans laquelle s'engagent les branches inférieures de la tenaille.

PLANCHE XVIII.

Fig. 106 et 107, plan et élévation du premier coffre partiel.

Fig. 106, *a'ac*, sabot.

a'c', petites planches (*on appelle petites planches celles qui sont les moins larges*)

eee'e', chevilles de fer.

γ, rainure.

g'', petite pièce de fer placée dans la rainure correspondante à celle *γ*.

p'r, pièce de fer qui entre sur la moitié de sa largeur dans les rainures pratiquées aux extrémités supérieures des petites planches.

Fig. 107, $q'q'$, $q'q''$, clous ou chevilles de fer.

ee, *e'e'*, *idem*.

b'd', *a'c'*, petites planches vues en plan.

ba, *de'*, plan des grandes planches, dans lesquelles existent les rainures $b'q$, *c'n*, *d'a'* et $c'b'$, designées, dans la *fig.* 106, par les lettres *ss*.

Fig. 108 et 109, coupe et plan du sabot *anocdefa*, dans lequel entrent les planches qui forment le coffre.

ac, *df*, chevilles de fer.

ab, *gf*, *b'a' c'd*, plaques de fonte qui s'adaptent au sabot, et dont les deux *ab* et *gf* sont placées de manière à être dans le même plan que les faces extérieures du coffre.

La *fig.* 109 représente le plan de la partie inférieure du premier coffre partiel armé de son sabot, passant suivant la ligne *pq*.

Fig. 110, assemblage de deux coffres partiels.

a'b', jonction des planches du second coffre partiel avec celles *a'c'* du premier.

c'e'e'c', petites pièces de fer qui lient les planches des deux coffres.

Fig 111, développement d'un coffre partiel dans lequel on voit les dimensions des planches de ce coffre, et la manière dont elles sont disposées les unes à l'égard des autres

ab, planche représentée dans la *fig.* 110 par les mêmes lettres.

pm, rainure dans laquelle entre la moitié de la largeur de la pièce de fer *g''*, dont l'autre moitié se trouve placée dans l'autre rainure *y*, *fig.* 106

k'd, planche parallèle à *gh* lorsque le coffre n'est pas développé

ef, planche représentée en profil dans la *fig.* 110 par les mêmes lettres.

gh, autre planche que l'on voit en face dans la *fig.* 110.

qp, *q'm*, *ox*, *qn*, rainures pratiquées dans les grandes planches.

PLANCHE XIX

Fig. 112 et 114, plan et élévation du premier coffre partiel cylindrique. La *fig.* 112 représente jusqu'en *x'x* l'élévation de ce coffre; et, à partir de cette ligne jusqu'en *q'q'*, elle en représente la coupe faite sur la ligne *ox* de la *fig* 114

c'c', frette de fer qui entre, comme le texte l'indique, dans les rainures des différentes douves qui composent les coffres. Cette frette est représentée en coupe dans la *fig* 112, et les parties *c'* et *c'a'* en indiquent l'épaisseur.

oxmn, sabot en fonte que l'on ajuste à l'extrémité de ce coffre

La *fig* 116 le représente en plan, et celle 115 suivant une coupe faite *ox mn*.

Les parties ponctuées indiquent les douves du coffre et les chevilles de fer qui les traversent.

Lorsque l'on ne peut pas se procurer, pour armer ce coffre, de sabot en fonte, on entoure les extrémités des douves, après les avoir taillées comme on le voit dans la *fig.* 117, d'une plaque de fer ou de tôle *b*, *p*, *q*, *o*, *n*, *c*, que l'on fixe avec des chevilles de fer

La *fig.* 117 représente une coupe du coffre faite suivant la ligne *b*, *c*, *d*, de la *fig.* 118.

Fig. 118, élévation d'un coffre partiel cylindrique.

gh, *ip*, frettes de fer, chaque coffre en contient deux.

Fig. 119 et 120, coupe et élévation d'une douve d'un coffre partiel cylindrique.

La *fig.* 120 représente la coupe de cette douve suivant la ligne *ab*.

o, *n*, ouverture pratiquée à l'extérieur d'une douve pour y recevoir une rondelle de fer et un écrou qui servent à maintenir la frette de fer *ab* à l'aide d'un écrou à tête perdue *g*.

Fig. 121, 122, 123, 124 et 125, moufles de la sonde.

Fig. 121 et 123, partie mâle de la moufle située à l'extrémité d'une barre.

Fig. 122, 124 et 125, partie femelle de celle située à l'autre extrémité de la même barre.

La *fig.* 124 représente la partie femelle vue suivant le plan vertical passant par la ligne *de* de la *fig.* 122, et la *fig.* 125 la représente vue suivant le plan *nx*.

Fig. 126 et 127, élévation et plan d'un boulon.

ex, ergots ou coins du boulon. Ils entrent dans les ouvertures *g*, *h*, *n*, *fig.* 125.

Fig. 128, 129 et 130, plan et élévation d'une tarière conique. Le texte fait mention des différentes parties qui la composent.

Fig. 133 et 134, coupe et élévation d'un instrument à l'aide duquel on peut, de toute profondeur, ramener de l'eau à la superficie et en connaître la nature.

b, anneau dans lequel passe la ficelle qui sert à le descendre dans le trou de sonde.

aa, soupapes placées dans les pièces *nn*, et qui s'ouvrent toutes deux dans le même sens de bas en haut.

q, *q*, *q*, petits trous servant à faciliter l'entrée de l'eau dans le corps *p* de l'instrument.

PLANCHE XX

Fig. 155, coupe verticale d'un puits ouvert pour établir d'une manière solide le sondage

Fig. 156, autre coupe horizontale faite en *ab* de la *fig.* 155, dans laquelle on a représenté les pièces de charpente *e''*, *d''*, *c''*, *f''*, qui sont établies au fond de ce puits.

Fig. 157, projection horizontale de la partie supérieure du puits.

m', *m'*, pièces de bois évidées circulairement pour diriger la sonde *tz*, *fig.* 155

p'o', *xy*, perches de bois

e'' c'' d'' f'', chassis de charpente, *fig.* 156, placé dans le fond du puits. Il en existe un semblable à la superficie de ce puits.

Fig. 158, coupe de la pièce de bois *c''*, *fig.* 157, faite suivant la ligne ponctuée *hh*. On a supprimé la pièce *e''*.

PLANCHE XXI

Fig. 159, coupe de l'excavation que l'on pratique pour manœuvrer la sonde et enfoncer les coffres

aacc, pièces de bois formant le premier cadre.

q, *r*, *st*, pièce de bois du second cadre. Les trois autres se font de la même manière que les deux premiers.

ddd'd', tasseaux

hh, etc., pièces de bois placées entre deux cadres pour maintenir leur parallélisme

a'b', coffre

l', pièce de bois qui supporte l'écoperche *h'* et qui repose sur celle *st* du second cadre

v, *y*, poutrelles du grillage inférieur, dont on voit le plan dans la *fig.* 142

v'v', coins servant à maintenir le coffre dans une position verticale.

ee, *ff*, *ee'*, etc ; *ii*, etc , planches enfoncées derrière les différens cadres

PLANCHE XXII

Fig. 140, plan de cinq coffres uniques, introduits successivement les uns dans les autres

Fig. 142, plan du grillage inférieur dont on voit la coupe dans la *fig.* 139. (*Les mêmes lettres dans ces deux figures indiquent les mêmes pièces de bois.*)

v v', cous servant à maintenir le coffre *a'b'* dans une position verticale

a'b', plan du coffre

Fig. 141, profil d'une des pieces de bois que l'on introduit dans le coffre *a'b'* pour diriger la sonde

Fig. 143. Dans cette figure on ne doit d'abord considerer que les pieces *mn*, *rr*, *yz* et *tp*, à l'aide desquelles on forme un cadre que l'on place sur le coffre

Ces pieces de bois sont représentees en profil dans la *fig.* 144. Au-dessus de ce cadre, on met d'autres petites pièces de bois, *fig.* 145 et 144, *ef*, *gh*, *ik* et *lo*, et l'on y introduit un bonnet *p*, *fig.* 87.

Fig. 145, assemblage de deux pieces semblables à celle représentee par la *fig.* 141.

Fig. 146, profil du coffre dans lequel les deux pieces de la *fig.* 145 sont placées

Fig. 147, élevation d'une des deux pieces *lo* ou *op* de la *fig.* 145.

pq, ouverture demi-circulaire servant à maintenir la tige de la sonde dans une position verticale

Fig. 148. Cette figure représente les pièces de bois que l'on pose d'abord sur celles du grillage supérieur, et dans lesquelles on introduit celles *lo* et *op* de la *fig.* 145. L'assemblage de ces différentes pièces sert à manœuvrer et à diriger la sonde lorsque le premier coffre partiel n'est point encore posé.

Fig. 149 et 150, pièce de bois que l'on ajuste au poinçon et à l'écoperche de l'engin (*voir* la *fig.* 87) pour manœuvrer le mouton.

stxr, corde que l'on attache au câble de l'engin.

abcd, ouverture dans laquelle entre l'écoperche.

ykkr, ouverture pour recevoir le poinçon.

p' q', coussinets qui supportent l'axe de la poulie dans la gorge de laquelle entre la corde *c f' c*, *fig.* 87.

La *fig.* 150 représente cette pièce de bois en profil.

PLANCHE XXIII.

Lorsqu'on veut établir une pression sur le coffre, on enlève l'engin et le mouton, *fig.* 187, ou bien on établit les arbres qui doivent opérer cette pression dans une direction perpendiculaire à cet engin.

La *fig.* 151 représente l'assemblage des vis et des arbres, ainsi que la position du point d'appui.

ab, poutre verticale.

cd, *e s*, *ef*, tasseaux.

qq', pièces de bois qui s'appuient sur les planches *k* et *l*, et qui s'opposent au mouvement de la poutre *ab*.

c' c'' q'' d', madriers que l'on élève au-dessus du coffre, et sur lesquels posent les arbres *x' u*.

a'' d'', vis servant à élever les arbres.

a'' b'', barres de fer.

La *fig.* 152 représente des pièces de bois qui devraient être projetées dans la *fig.* 153, mais il était bon de les représenter à part, afin d'en mieux faire voir l'assemblage.

La *fig.* 151 représente la coupe de l'excavation dans un plan perpendiculaire à celui sur lequel la *fig.* 89 est projetée.

La *fig.* 154 représente l'assemblage des arbres *x' u* et *x' u* avec le point d'appui *x x*, suivant le plan vertical parallèle à l'une des faces de la poutre *ab*, et passant par la ligne *B A*.

La *fig.* 155 représente les vis, l'écrou et les arbres propres sur un plan *MM*, parallèle à celui qui passerait par les deux axes des vis d' d''.

PLANCHE XXIV.

Fig. 156 et 157, plan et profil de différentes pièces de bois sur lesquelles on pose les buses pour les forer.

a b', tarière.

xy, pièce de bois à forer.

kl, *xz*, soutiens mobiles de la tarière.

ppoo, points d'appui supportant les pièces horizontales *ef*.

ab, *mn*, supports de la pièce à forer.

Fig. 158, profil d'un des points d'appui.

Fig. 159, profil de la pièce *kl* qui soutient la tarière.

Fig. 160, pièce de bois à forer.

nmpq et *nmgo*, trous que l'on fore lorsque cette pièce est inclinée à l'horizon et qu'on la pose alternativement sur les faces *dc* et *ab*.

Fig. 161, même pièce et nouvelle position des trous forés.

Fig. 162, *nmqp*, trou fore jusqu'au milieu de la pièce *adeb*.

Fig. 163, *bcda*, même pièce que dans la figure précédente, mais tournée bout pour bout.

ogqmnp, trou foré faisant un angle en *pg* d'autant plus grand que la pièce *bcda* est moins inclinée.

Fig. 164 et 165, plan et profil d'une des tarières employées pour forer les buses.

PLANCHE XXV.

Fig. 166 et 167, coupe et plan d'un tuyau ou d'une buse.

m'e', diamètre intérieur de cette buse.

ngnip, petite rainure dans laquelle entre une frette de fer analogue à celle *xa'kz*, placée à l'extrémité inférieure d'une seconde buse.

abcd, ouverture pratiquée à la partie supérieure d'une buse pour recevoir l'extrémité inférieure d'une autre buse, taillée comme on le voit en *oprstu*.

Fig. 168, 169 et 170, profil, plan et élévation d'un instrument que l'on emploie pour former l'ouverture *abcd*, *fig.* 166, des buses.

(*Dans la description qui suit, il faut considérer ces trois figures simultanément.*)

kb, cylindre qui entre dans le trou foré de la buse.

fg, cylindre d'un diamètre égal à l'ouverture *abcd* (*fig.* 166) que l'on doit pratiquer.

x'x', manche pour tourner l'instrument.

p, petite échancrure dans laquelle se logent les copeaux.

il, couteau dont la tête est en vis.

q, *q*, écrous.

p'p', vis pour serrer le couteau.

a'a', gorge creusée dans la partie cylindrique *ef* pour recevoir l'écrou *q*, ainsi que la tête du couteau.

e' e', plaque de tôle en forme de fer à cheval, appliquée à la partie cylindrique *ef*, dans laquelle passe la tête *i* du couteau *il*.

Figs. 171 et (172), élévation et plan du couteau *il*.

mn, rainures dans lesquelles entrent les vis *p'p'* de la *fig.* 168.

Figs. 173, 174 et 175, profil, plan et élévation d'un instrument propre à donner à l'extrémité du tuyau *mt e'*, *fig.* 166, la forme *oprstu*.

(*Il faut considérer ces trois figures en même temps.*)

kb, cylindre qui s'introduit dans le tuyau fore de la buse ou du tuyau.

fg, cylindre de tôle dans lequel entre la partie *qrst*, *fig.* 166, à mesure que le couteau *nl sgt*.

ef, partie cylindrique contenant une gorge et une rainure pour recevoir la tête *m* du couteau et l'écrou *s*.

x'x', manche pour imprimer un mouvement de rotation à l'instrument.

ss, écrous.

gg, plaques de tôle qui font partie de celle qui forme le cylindre *fg*, et entre lesquelles se place le couteau *ml*.

ee, vis pour rapprocher ces plaques et serrer le couteau.

vv, etrier dans lequel passe une vis *x*, dont l'extremité est en fourchette pour recevoir la partie *a* du couteau *mal*, *fig.* 176.

t, écrou servant à élever ou la vis *x*, et par conséquent le couteau *aa*, vis à l'aide desquelles on fixe le cylindre de tôle *fg* sur celui de bois, dont le diamètre est *no*.

Fig. 176 et 177, élévation et plan du couteau *ml*.

dd, ouvertures circulaires dans lesquelles passent les vis *ee*, *fig.* 173.

Fig. 178, 179 et 180, coupe, élévation et plan de l'assemblage de deux buses.

Fig. 181 et 182, plan et coupe d'une buse, dont les extrémités sont terminées différemment que celles des buses représentées par les *fig.* 166 et 167.

Fig. 183 et 184, assemblage de deux buses construites comme celles représentées par les *fig.* 181 et 182.

Fig. 185 et 186, buse armée d'un sabot.

Fig. 187, pièces de bois échancrées circulairement que l'on serre autour d'une buse *pp* à l'aide des boulons *m* et *n* et des écrous d^{iv} et d^{v}.

Fig. 188, buse à la partie supérieure de laquelle existe une légère echancrure *abcd*, et où l'on applique les pièces de bois *ab* et *cd* de la *fig.* 187.

Fig. 189, assemblage d'une buse avec les pièces de bois représentées dans la *fig.* 187, et que l'on a posées sur le coffre *ab*.

Fig. 190 et 191, élévation et plan du bonnet que l'on place dans l'intérieur d'une buse, et sur lequel on fait agir le mouton.

FIN DE L'EXPLICATION DES PLANCHES

TABLE

DES CHAPITRES ET DES PARAGRAPHES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

AVERTISSEMENT Page 5

Lettre du président de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, à S. Exc. le ministre secrétaire d'état de l'intérieur Pag. 7

Réponse de S. Exc. le ministre secrétaire d'état de l'intérieur à MM. les membres composant le Conseil d'Administration de la Société d'Encouragement. Page 9

Rapport de M. le vicomte *Héricart de Thury* sur les mémoires adressés à la Société pour les prix proposés pour un Manuel élémentaire et pratique de l'art de percer les puits artésiens. Page 11

INTRODUCTION.

§ 1er. Page 27. Division de cet ouvrage en deux parties. — § 2. Page 28. Exposé des motifs qui engagent à faire connaître d'abord les résultats qu'ont offerts les sondages entrepris dans différents pays.

CHAPITRE PREMIER

§ 3. Page 30. Sondages relatifs à la recherche d'eaux souterraines, exécutés dans les environs de Béthune. Profondeur à laquelle on est parvenu. — § 4. Page 31. Nature des terrains dans lesquels les puits sont ouverts. — § 5.

Page 32 et suiv. Raisons qui doivent faire rechercher les eaux montantes de fond vers la limite du haut et du bas pays. — § 6. Page. 37. Recherches des eaux souterraines au-dessous des vallées du haut pays. — § 7. Page 38. Motifs d'après lesquels les sondages doivent toujours être poursuivis jusque dans les couches de calcaire craieux. — § 8. Page 48. Expériences qui tendent à prouver que les eaux du haut pays ont leur pente dirigée vers le bas pays. — § 9. Page 45. Utilité de la description géologique du département du Pas-de-Calais. Conséquences qu'on doit en tirer sur la nature des fontaines jaillissantes et sur les phénomènes auxquels elles sont dues. — § 10. Page 46. Insalubrité des eaux situées entre des couches argileuses. Inconvénients de leur mélange avec celles du calcaire craieux. — § 11. Page 52. Observations sur les roches craieuses. Raisons déduites des paragraphes précédens et qui prouvent qu'on doit rechercher principalement les eaux souterraines dans ces roches. — § 12. Page 57. Nature de celles dans lesquelles on ne doit pas en rechercher.

CHAPITRE II

§ 13. Page 58. Recherches des terrains propres à donner naissance à des fontaines jaillissantes. — § 14. Page 60. Observation importante sur les causes qui peuvent s'opposer à l'élévation des eaux souterraines dans les trous de sonde. — § 15. Page 61. Obstacles qu'opposent les calcaires homogènes à la filtration des eaux. — § 16. Page. 62. Réflexions sur les différentes parties du sol d'où proviendraient les eaux souterraines qu'on pourrait rencontrer au-dessous de la surface inférieure d'une couche argileuse. — § 17. Page 64. Raison pour lesquelles on doit poursuivre l'approfondissement du trou de sonde dans les roches de craie jusqu'à ce qu'elles éprouvent quelques variations dans leur nature. — § 18. Page 64. Conséquences déduites des lieux explorés.

CHAPITRE III

§ 19. Page 65. Soins et précautions qu'il faut apporter dans l'exécution des travaux qu'exige la recherche des fontaines jaillissantes. — § 20. Page 66. Description de la sonde du fontenier. — § 21. Page 66. Longueur de la tête de sonde. — § 22. Page 67. Longueur des tiges et description de leur assemblage. — § 23. Page 69. Description des étriers propres à suspendre la tête de la sonde

Digitized by Google

ne les tuyaux au câble d'une chevre ou d'un crapaud. — § 24. Page 72. Description de la merveille d'ingénieur finissant dans un plomb pour marquer un mouvement de rotation à la sonde. — § 25. Page 72. Classification des instruments ou des outils qui doivent être adaptés à la sonde du fontenier. — § 26. Page 74. Première classe. Des tarières. Leur description. — § 27. Page 78. Deuxième classe. Instrument que l'on emploie dans les argiles collantes. — § 28. Page 76. Couches de sables. Ne pouvant être traversées que à l'aide de cuillers. Description d'un instrument qui facilite leur introduction dans les couches argileuses — § 29. Page 78. Description d'un instrument terminé par une langue de serpent — § 30. Page 78. Troisième classe. Description de deux instruments connus, l'un sous le nom de *hardi* l'autre sous celui de *double tire-bourre* Leur usage. — § 31. Page 79. Quatrième classe. Ciseaux. — § 32. Page 83. Description des instruments qui portent le nom de *trépans*. Différentes circonstances dans lesquelles il faut les employer — § 33. Page 85. Cuillère ou terrière. Pour au fond du trou de sonde pour en enlever les outils. — § 34. Page 86. Cuiller — § 35. Page 88. Cinquième classe. Description et manière de se servir des instruments qu'elle comprend — § 36. Page 91. Parties accessoires de la sonde. — § 37. Page 92. Le tourne à-gauche. — § 38. Page 96. La barre de rotation. — § 39. Page 96. La clef d'arrêt — § 40. Page 97. Instruments connus sous le nom d'*arrache-sonde* Leur emploi pour retirer les sondes restées dans le intérieur des trous forés. — § 41. Page 97. Grand arrache sonde. — § 42. Page 98. Petit arrache sonde, en forme d'étrier — § 43. Page 98. Arrache-sonde en hélice. — § 44. Page 100. Arrache-sonde portant le nom de *cloche d'accrochage* — § 45. Page 102. Davis d'une sonde pour parvenir à une profondeur de 800 pieds (297m,432) — § 46. Page 106. Description des machines que l'on emploie pour manœuvrer la sonde. Leurs noms — § 47. Page 107. Description d'un de ces engins. — § 48. Page 108. Description d'une chèvre-sonnette pour entreprendre un grand sondage. — § 49. Page 120. Dimensions des différentes pièces de la chèvre-sonnette décrite dans le paragraphe précédent. — § 50. Page 124. Motifs qui m'ont engagé de ne donner dans ce chapitre qu'une description succincte de quelques opérations relatives au sondage.

CHAPITRE IV

§ 51. Page 135. Inconvénients de ne pas entreprendre les travaux de moulage sur de grandes dimensions. — § 52. Page 136. La question proposée par la So-

ciété d'Encouragement doit être traitée dans sa plus grande généralité. — § 53. Page 137. Nature des planches dont on doit se servir pour faire les coffres. — § 54. Page 137. Concavité des couches ligneuses. — § 55. Page 137. Causes auxquelles on doit attribuer la courbure des planches du dehors en dedans du coffre. — § 56. Page 138. Description des coffres, sentifs d'après lesquels on n'en décrit avec détail qu'une seule espèce. — § 57. Page 139. Dimensions que les coffres doivent avoir. Manière d'assembler les planches qui les forment. — § 58. Page 141. Longueur et largeur des planches qui composent les coffres partiels. — § 59. Page 143. Description des coffres cylindriques. Avantages qu'ils présentent sur ceux qui sont carrés. — § 60. Page 147. Devis d'un coffre carré construit en bois d'orme. — § 61. Page 149. Devis d'un coffre cylindrique. — § 62. Page 150. Principales dimensions que doivent avoir les différentes espèces de coffres pour qu'on puisse les introduire les uns dans les autres. — § 63. Page 151. Manière de former et de boiser l'excavation dans l'intérieur de laquelle on doit manœuvrer la sonde et enfoncer les coffres. — § 64. Page 156. Enfoncement des coffres. Construction de deux grillages, l'un supérieur, l'autre intérieur. Correspondance des vides formés par les madriers. — § 65. Page 157. Description de la manœuvre de la sonde avant de poser le premier coffre partiel. — § 66. Page 158. Opérations qu'il faut exécuter pour enfoncer le premier coffre. — § 67. Page 161. § Assemblage des coffres partiels. — § 68. Page 162. Plancher construit à la partie supérieure de l'excavation. Facilité qu'il donne à manœuvrer la sonde et à enfoncer les coffres. — § 69. Page 162. Enfoncement du premier coffre unique. Emploi d'un second coffre unique. Manière de l'introduire dans l'intérieur du premier. — § 70. Page 164. Autre moyen que l'on pourrait employer pour descendre les coffres. — § 71. Page 165. Obstacles que l'on rencontre dans l'enfoncement des coffres. Moyens de les éviter. — § 72. Page 166. Élasticité des planches des coffres. Annihilation qu'elle produit dans l'effet du mouton. Description d'un autre procédé pour continuer l'enfoncement de ces coffres. — § 73. Page 168. Manière d'établir l'assemblage des vis, des écrous et des leviers pour obtenir une grande pression sur la tête des coffres. Évaluation des effets produits sur ceux enfoncés dans la citadelle de Calais. — § 74. Page 169. Position que tendent à prendre les vis, à mesure que les écrous élèvent l'extrémité des arbres posés sur la tête des coffres. — § 75. Page 170. Manœuvre de la sonde dans l'intérieur des coffres pendant le temps qu'on les fait descendre à l'aide de la pression exercée à leur partie supérieure. — § 76. Page 175. Instrumens dont on doit se servir

Digitized by Google

pour faciliter le passage des coffres au milieu des bancs argileux, qui souvent sont interposés entre des couches de sables. — § 77. Page 176. Moyens que l'on doit employer pour ramener au jour les instrumens qui sont au fond du trou de sonde, lorsqu'on ne peut y parvenir avec la cible de la chaîne-tonnette. — § 78. Page 184. Diamètre que l'on donne au trou de sonde lorsque l'on veut reconnaître s'il existe des sables entre les couches argileuses. — § 79. Page 182. Motifs pour lesquels on arrête l'enfoncement des coffres lorsqu'on ne doit plus traverser que des couches argileuses et compactes. — § 80. Page 184. Manière d'élonger la sonde. — § 81. Page 186. Manière de désassembler les différentes tiges qui composent la longueur totale de la sonde. — § 82. Page 186. Manière de désassembler trois barreaux à la fois lorsque la tige est très longue. — § 83. Page 189. Différence que font naître dans la longueur de temps que l'on met à établir des fontaines jadlissantes, les variétés de terrain que l'on doit traverser. — § 84. Page 190. Suspension des opérations relatives à l'approfondissement du trou de sonde jusqu'à ce que les bases soient enfoncées dans le calcaire. — § 85. Page 190. Bases. — § 86. Page 191. Manière dont on confectionne les bases. — § 87. Page 191. Examen des différentes directions des trous forés, lorsque la pièce de bois qui doit servir à former les bases est plus ou moins inclinée à l'horizon. — § 88. Page 193. Avantage de percer la pièce de bois d'abord sur la moitié de sa longueur, et de la retourner ensuite, bout pour bout, pour la percer sur l'autre moitié. — § 89. Page 193. Nombre de tarières que l'on emploie pour forer les bases. Dimensions. — § 90. Page 194. Formes que l'on doit donner aux parties supérieure et inférieure de chaque base. Instrumens que l'on emploie à cet effet. — § 91. Page 197. Frettes de fer que l'on adapte à la partie inférieure de chaque base. — § 92. Page 198. Formes que l'on donne aux tenons ou aux bases. — § 93. Page 199. Sabot placé à l'extrémité de la base du tenon qui doit entrer dans le calcaire. — § 94. Page 199. Rejet des bases qui offrent des défectuosités. — § 95. Page 199. Manière d'introduire les bases dans les coffres. — § 96. Page 201. Avantages d'enfoncer les bases à l'aide de très légers coups de marteau. Inconvéniens qu'on éprouverait si l'on agissait avec trop de précipitation. Instrument dont on se sert pour retirer ces bases de l'intérieur de trou de sonde, lorsqu'elles sont fendues. — § 97. Page 205. Instrument employé pour retirer les bases dans les petits sondages. — § 98. Page 206. Enfoncement des bases jusque dans le calcaire. — § 99. Page 207. Moyen que l'on doit employer pour retirer les coffres lorsque les eaux souterraines s'élèvent dans les bases. — § 100. Page 209. Causes des variations qu'éprouve le volume d'eau produit par les fontaines jaillissantes. Moyens

de le rendre presque toujours constant. — § 101. Page 211. Aperçu des dépenses que peut nécessiter l'établissement des fontaines jaillissantes. — § 102. Page 223. Procédés employés par les Anglais pour rechercher des eaux souterraines. — § 103. Page 231. Conséquences déduites des faits et des observations contenues dans cet Ouvrage.

EXPLICATION DES PLANCHES. Page 232

FIN DE LA TABLE DES CHAPITRES ET DES PARAGRAPHES

TABLE DES MATIÈRES

PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE.

A

Aguilerrenes § 11 Page 54. Doivent se montrer au jour pour recevoir les eaux de la superficie — § 13 Page 58. Les reconnaître avant d'entreprendre des travaux de recherches

Aire § 4 Page 31 Ville du département du Pas-de-Calais Voir les différentes couches de terrains traversées, *Pl. III, fig.* 6

Ambrois § 4 Page 31 Village près de Béthune Voir sa position, *Pl. I*. Couches de terrains traversées, *Pl. II, fig.* 4

Arrasse § 4 Page 31 Ville du département du Pas-de-Calais Voir sa position, *Pl. I*. Couches de terrains traversées, *Pl. II, fig.* 3

Argiles § 7 Page 38 Leur nature

B

Belgonnet § 35 Page 88. Instrument dont il s'est servi pour traverser des masses de sables

Béthune § 3 Page 30 Ville du département du Pas-de-Calais. Sondage entrepris dans les environs de cette ville.

Bonnet § 65. Page 157 Composé de deux parties. Son utilité pour maintenir la sonde dans une position verticale — § 66 Page 160 Autre bonnet pour introduire dans les coffres — § 95 Page 200 Bonnet cylindrique employé pour enfoncer les buses.

Bologne § 3 Page 30 Ville d'Italie Puits forés qu'elle contient

Boston (en Amérique) § 9 Page 45. Fontaine des environs

Bois § 85 Page 190 Tuyaux de bois. — § 86. Page 191 Manière de les confectionner — § 87 Page 192 Inconvénients qui résultent de leur inclinaison sous le rapport de leur percement. — § 88 Page 193 Manière préférable à toute autre pour les percer — § 90 Page 195 Ouvertures pratiquées aux extrémités des buses — § 95 Page 199 Manière de les descendre dans l'intérieur des coffres — § 96 Page 201 Moyens que l'on emploie pour les retirer lorsque quelques obstacles s'opposent à leur enfoncement. Instru-

ment propre à cet effet. — § 97. Page 205. Autre instrument pour le même usage. — § 98. Page 206. Inconvéniens de ne pas enfoncer les buses jusque dans le calcaire.

C

Calcaire crayeux. § 4. Page 31. Son enfoncement au-dessous des couches de cailloux, sables, terres végétales, argile. — § 5. Page 32 et suiv. S'étend dans tout le département du Pas-de-Calais. Semblable à celui des environs de Paris. Continuation des couches qui sortent de dessous les sables de la Beauce. — § 7. Page 38 et suiv. Raisons pour rechercher les eaux dans le calcaire crayeux. Infiltration. Ralentissement dans la vitesse qu'elles éprouvent. Pression qu'elles exercent sur les terrains qui recouvrent le calcaire crayeux. — § 11. Page 52 et suiv. Motifs d'après lesquels on doit principalement rechercher des eaux souterraines dans les roches crayeuses.

Chèvre Sonnette. § 48. Page 108 et suiv. Construction. Désignation des différentes pièces qui la composent. Leurs dimensions, etc.

Coquets. § 4. Page 31. Village près de Béthune. Voir sa position, *Pl. I*re. Terrains traversés, *Pl. II*, *fig.* 5.

Coffres. § 5. Page 135. Emploi. Construction. — § 57. Page 139. Différence entre les coffres uniques et les coffres partiels. Formes. — § 59. Page 143. Cylindriques, leur description. Avantages qu'ils présentent sur ceux qui sont carrés. — § 60. Page 147 et suiv. Devis d'un coffre carré. — § 61. Page 149. Devis d'un coffre cylindrique. — § 62. Page 150. Dimensions. Nombre de coffres uniques à employer lorsque les terrains sont mouvans et d'une grande épaisseur. — § 64. Page 156. Manière de les poser et de les introduire vert calement. — § 66. Page 158 et suiv. Assemblage des coffres partiels. — § 69. Page 162 et suiv. Moyens employés pour descendre au second coffre dans l'intérieur du premier. Avantages qu'on retire de l'enfoncement successif de ces coffres les uns dans les autres. — § 79. Page 182. Ne doivent plus être enfoncés au-dessous des couches de sables. — § 99. Page 207 et suiv. Manière de les retirer lorsque l'eau se répand à la surface du sol. Désassemblage des différens coffres partiels.

Colambert. § 5. Page 39. Village situé sur la limite des terrains crayeux et de ceux de plus ancienne formation du Boulonnais.

Constitution géologique. § 9. Page 45 et suiv. Utilité de la description de celle du département du Pas-de-Calais, pour avoir des idées précises sur les fontaines jaillissantes.

Cylindres métalliques. § 102. Page 223 et suiv. — De fonte. — De cuivre.

D

D'Aubuisson. § 7. Page 41. Traité de

géologie. Formation ceruéenne des environs de Valenciennes.

Dessous. § 5 Page 29. Ville située sur la limite des terrains crayeux et crétacé plus ancienne formation du Boulonois. Voir sa position, *Pl. Ire*.

Dune. — § 45 Page 102 et suiv. — D'une sonde. — § 60. Page 147 et suiv. D'un orifice carré — § 62 Page 159. D'un orifice cylindrique.

Dunkerque. § 5. Page 32. Ville située sur la limite des départemens du Pas-de-Calais et de la Somme. Point de dépôt d'où l'on a considéré la nature du sol de ce dernier département.

E

Eaux souterraines § 4 Page 20 Conclusions sur les fissures des roches crayeuses. — § 9. Page 45. Oscillations qu'elles ont éprouvées à Schwerneu. — § 10. Page 46 et suiv Eaux supérieures à celles du calcaire — § 24. Page 60 et suiv Causes qui peuvent s'opposer à ce qu'elles s'élèvent dans les tuyaux de sonde — § 26 Page 63. Raisons qui doivent engager à poursuivre les travaux de sonde pour rechercher les eaux jusqu'à ce que le calcaire crayeux soit traversé, de nature. Exemple très remarquable entrepris à Blengel — § 27 Page 65 Causes de l'augmentation du volume de ces eaux à la jonction des lits de sables avec les calcaires crayeux.

Ecrous. § 22 Page 67 Employés dans les assemblages des tiges partielles de la sonde. Leur position.

Expositions. § 8. Page 44 Examen des causes qui les produisent dans les environs des communes de Paris, Nédonchelles, etc., de l'arrondissement de Saint Pol. Voir la position de ces communes, *Pl. Ire*

Exportations. § 22. Page 67. Formes qu'on donne aux extrémités de la tête et des tiges de la sonde

Ecrous. § 47. Page 107 et suiv Dimensions. Formes.

Etuves. § 23. Page 69. Usage Formes — § 80. Page 186 et suiv. Leur emploi pour retirer tous terreins à la fois.

Evaporation § 63 Page 152 Son utilité pour la manœuvre de la sonde et l'assèchement des coffres Construction. Bassage.

F

Fers. § 8. Page 44. Commune du département du Pas-de-Calais. Voir sa position, *Pl. Ire*. Probabilités des causes d'où naissent les exhalaisons que s'y portent.

Fontaines jaillissantes. § 3 Page 30. Pays dans lesquels elles ont d'abord été établies. Profondeur à laquelle on est parvenu. — § 6 Page 37. Vallées du haut pays où doivent se trouver des fontaines jaillissantes. — § 11 Page 52 et suiv Ce qu'il faut faire pour s'en procurer — § 100. Page 219. Vaucluses qui éprouve quelquefois le volume d'eau qu'elles produisent Moyens de le rendre à peu près constant — § 101 Page 220. Aperçu

des dépenses qu'occasionne leur établissement

G

Gargan § 35 Page 93 Instrument qu'il a employé pour ramener des sables en jeux

Gillet de Laumont § 11 Page 54. Ses observations sur les grottes de Rancogne situées dans la Charente

Gneiss. § 12 Page 57 Roche dans laquelle on ne doit point rechercher des eaux jaillissantes.

Granite. § 12. Page 57 *Idem*

Grillages. § 64 Page 156 Établissement de madriers dans l'excavation dont fait mention le § 63 pour soutenir les coffres

Grès-sonnette. (*Voir* Chèvre-Sonnette.)

H

Haut pays. § 5. Page 32 et suiv Son étendue Sa composition Limites dans le département du Pas-de-Calais. Voir *Pl. Ier*

Héron de Villefosse. § 63. Page 155. Description du boisage d'une galerie dans les mines de houille du pays de Tarklenburg

I

Instrumens — § 25 Page 72 Description de ceux qu'emploie le fontenier-sondeur (*Voir article* Outil)

L

Lambretium § 5 Page 32 Village du département du Pas-de-Calais, situé sur la limite des terrains de craie et ceux de plus ancienne formation du Boulonnais Voir sa position, *Pl. Ier*

La Place § 1er Page 29 Essai philosophique sur les probabilités

Limites § 5. Page 32 et suiv Séparation du haut et du bas pays

M

Manivelle. § 24. Page 70 Son emploi Sa manœuvre. Causes de sa prompte destruction Cas où il est nécessaire de lui donner quatre bras

Merville. § 4 Page 32 Village des environs de Béthune Terrains traversés. *Voir* la *Pl. IV, fig. 7*

Monchy-le-Preux. § 7 Page 41 Craies traversées Leur nature.

Mouton § 48. Page 120 Manière de le faire agir sur les coffres — § 102, Page 226 Autre manière de le faire agir

N

Nédonchelles § 8 Page 44 Commune du département du Pas-de-Calais. Probabilité des causes d'où naissent les enfoncemens qui s'y opèrent.

Digitized by Google

O

Outils. § 25. Page 72. Description de ceux qu'emploie le sondeur-fontenier. Classification. — § 26. Page 74. Tarières. — § 27. Page 75. Leur emploi dans les argiles collantes. — § 28. Page 77. Dimensions de l'outil qui facilite l'introduction des coffres dans ces argiles. — § 29. Page 78. Description de celui terminé par une langue de serpent. — § 30. Page 78. Hardi ou perçoir. Tire-bourre. — § 31. Page 79 et suiv. Ciseaux. — § 32. Page 83 et suiv. Trépans. — § 34. Page 86. Cuiller. — § 35. Page 88 et suiv. Cuiller en forme d'entonnoir. Description d'un autre instrument employé à peu près aux mêmes usages que le précédent.

P

Planches. § 68. Page 162. Construction. Utilité.

Planches. § 63. Page 137. D'ormes préférables à toutes autres pour la construction des coffres.

Pistons. § 100. Page 110. Usage qu'on en fait pour désobstruer les fissures de calcaires d'où s'échappent les eaux.

Porphyres. § 12. Page 57. Roches dans lesquelles on ne doit point rechercher des eaux jaillissantes.

R

Roches crayeuses. § 4. Page 31. Recouvertes de sable, de terre végétale, cailloux, argile, etc.

S

Sabot. § 57. Page 140. Appliqué à l'extrémité du premier coffre partiel. Forme. Dimensions. — § 60. Page 146. Appliqué à l'extrémité du premier coffre partiel cylindrique. — § 93. Page 199. Sabot pour armer la base qui doit entrer dans le calcaire.

Scherzes. § 9. Page 45. Port d'Angleterre. Recherches d'eaux souterraines.

Serpentine. § 12. Page 57. Ne pas entreprendre de recherches d'eaux souterraines dans les roches de serpentine.

Sondage. § 7. Page 38 et suiv. Approfondissement des trous de sonde jusque dans le calcaire crayeux.

Sonde du mineur. § 1er. Page 17. A quel usage la Société d'Encouragement désire qu'on l'emploie. — § 20. Page 60. Différentes parties qui la composent. — § 21. Page 66. Tête. Ses dimensions. — § 22. Page 67. Tiges. — § 25. Page 72 et suiv. Outils. — § 36. Page 94. Parties accessoires. — § 37. Page 95. Tourne-à-gauche. — § 38. Page 96. Barre de rotation. — § 39. Page 96. Clef d'arrêt. — § 40, § 41, § 42, § 43, § 44. Page 96 et suiv. Description des arrachés-sondes. — § 65. Page 157 et suiv. Manœuvre de la sonde avant de poser les coffres. — § 80. Page 184 et suiv. Manière de l'allonger. — § 81, § 82. Page 186 et suiv. Désassemblage des différens barreaux.

Sonnettes (à tirandes et à déclic). § 72. Page 166. Effets qu'elles produisent

sur les planches des coffres. Moyens d'enfoncer les coffres lorsque les moutons de ces sonnettes ne peuvent plus être employés.

T

Terrières § 69. Page 193. Nombre de tarières dont on se sert pour forer les buses. Dimensions.

Terrains. § 5 Page 32 et suiv. Caractères des terrains de nouvelle formation. Endroits où ils commencent à paraître dans le département du Pas-de-Calais. Leur composition dans les environs de Schurnes. Analogie avec ceux reconnus à Aire

V

Valenciennes. § 7 Page 41. Craies traversées par des puits de mines de houille.

Vallée de la Ternoise § 6 Page 37. Sondages exécutés. Recherches des fontaines jaillissantes au fond des vallées.

Vis § 22. Page 67 Employées pour assembler les barreaux ou les tiges de la sonde. Manière de les poser — § 73. Page 168. Leur utilité pour produire de grandes pressions.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES

Erratum.

Page 44, ligne 3, au lieu de nord ouest, *lisez* nord-est.

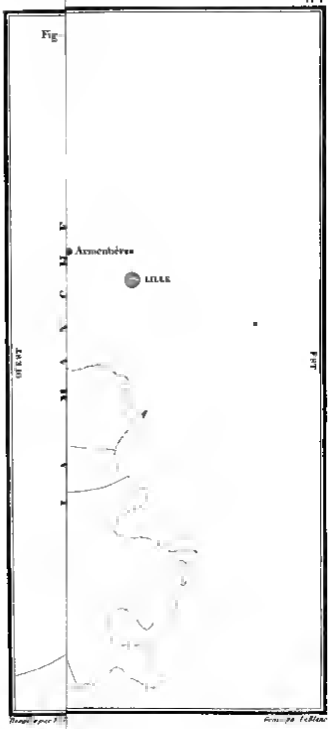

Armentières
LILLE

Fig. 8

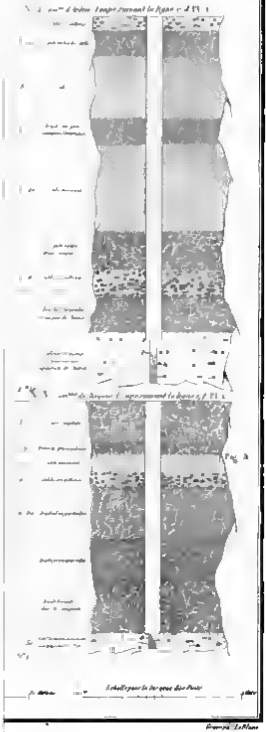
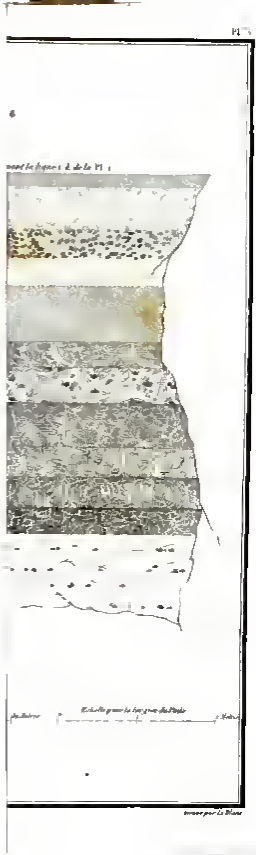
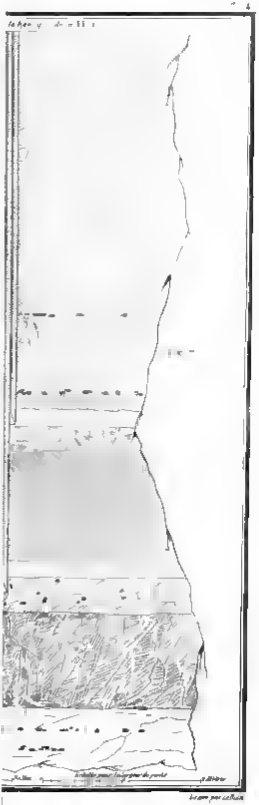
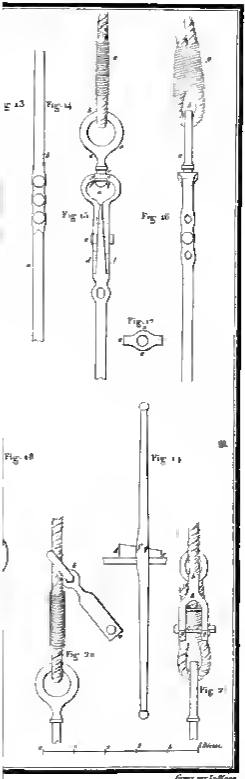


Fig. 9





Google



Gravé par Le Blanc

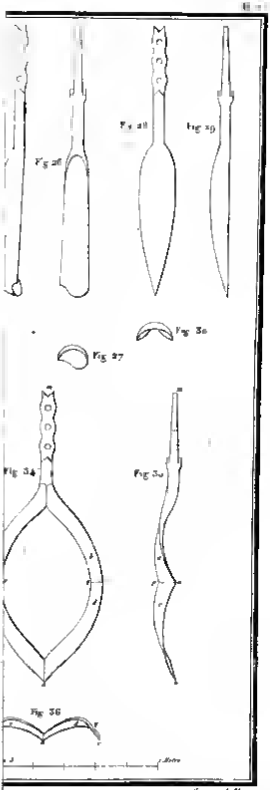


Fig 26
Fig 28
Fig 29
Fig 30
Fig 27
Fig 34
Fig 35
Fig 36

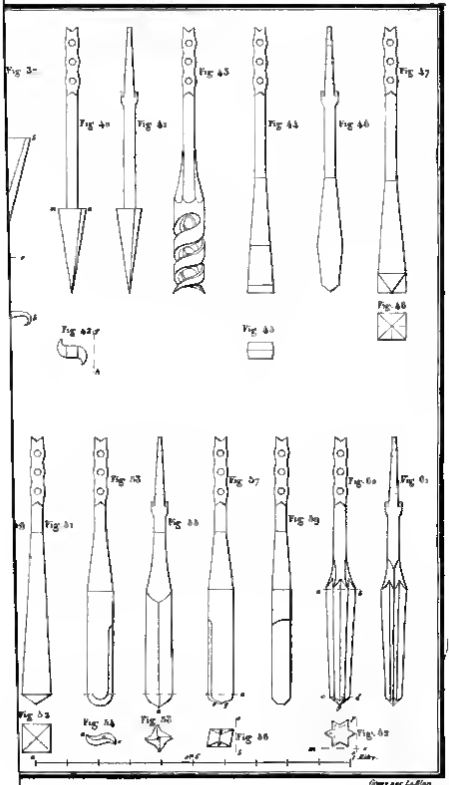


Fig 39
Fig 40
Fig 41
Fig 43
Fig 44
Fig 46
Fig 47
Fig 48
Fig 42
Fig 45
Fig 49
Fig 51
Fig 53
Fig 55
Fig 57
Fig 59
Fig 60
Fig 61
Fig 52
Fig 54
Fig 56
Fig 58
Fig 62
Grave par Le Blan

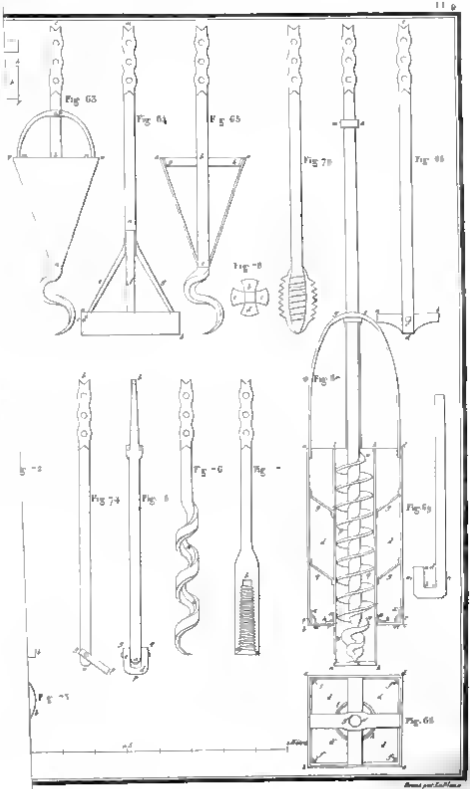


Fig 63
Fig 64
Fig 65
Fig 70
Fig 66
Fig 74
Fig 69
Fig 68

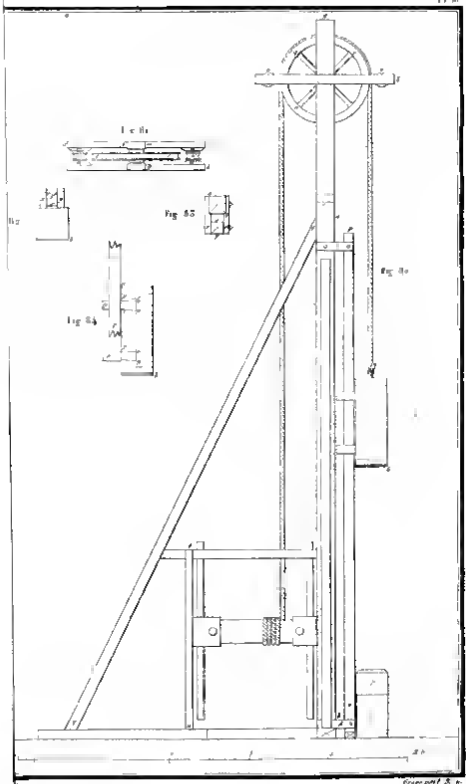
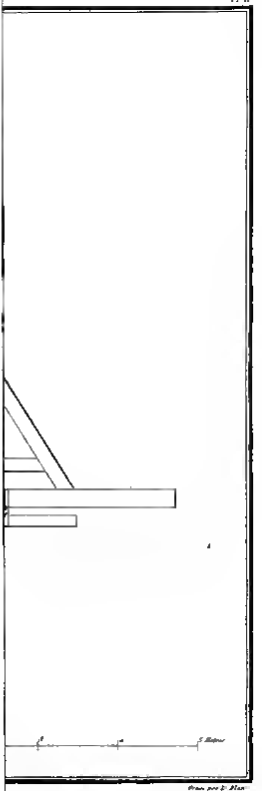


Fig 83
Fig 84



Digitized by Google

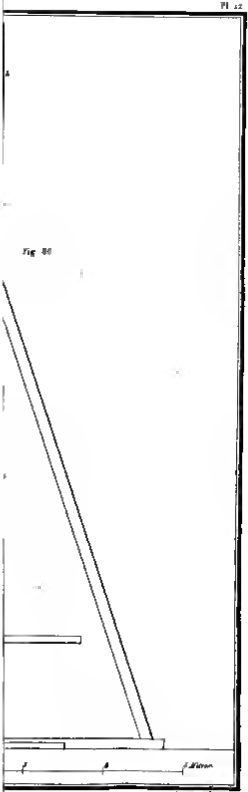
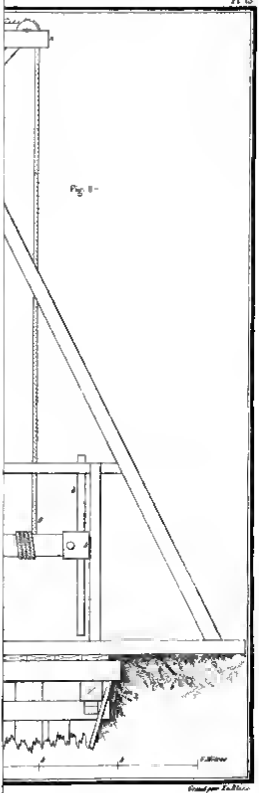


Fig. 86
Dessiné par Fr. Blanc


Pl. 6
Fig. 8.

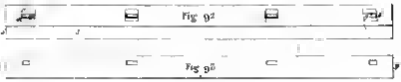


Fig. 9a
Fig. 9b

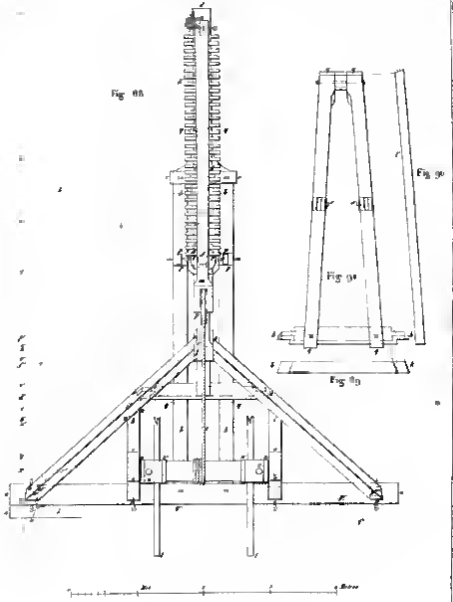


Fig. 8a
Fig. 9c
Fig. 9d
Fig. 9e

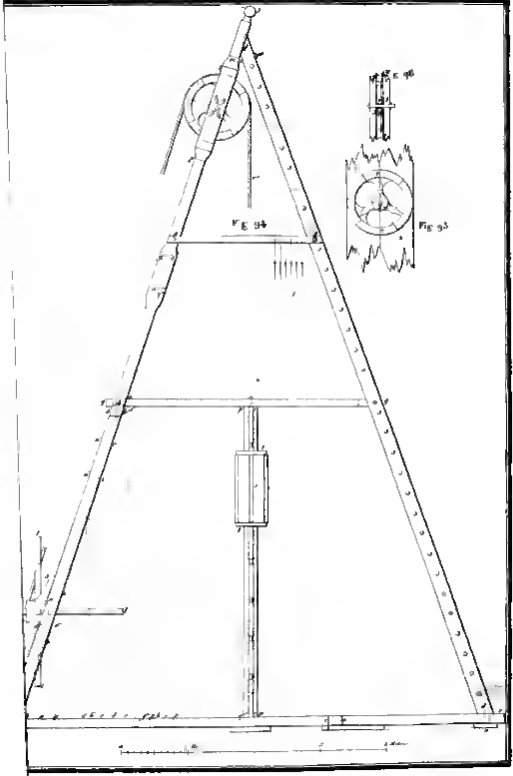
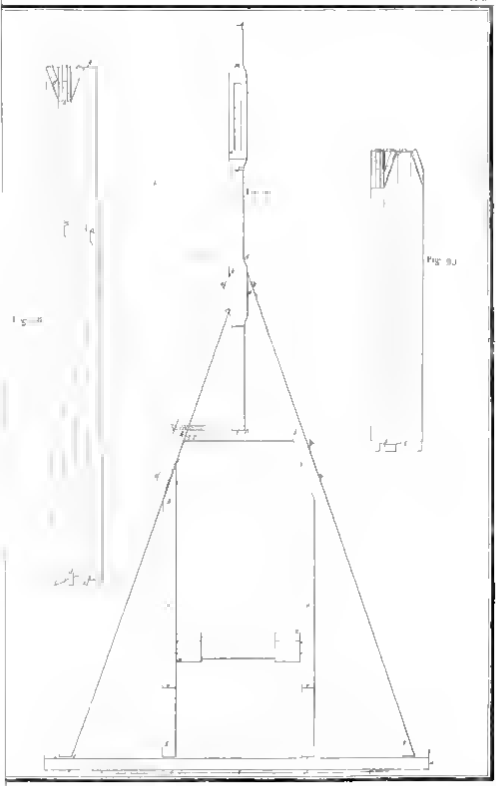


Fig 94
Fig 95
Fig 96



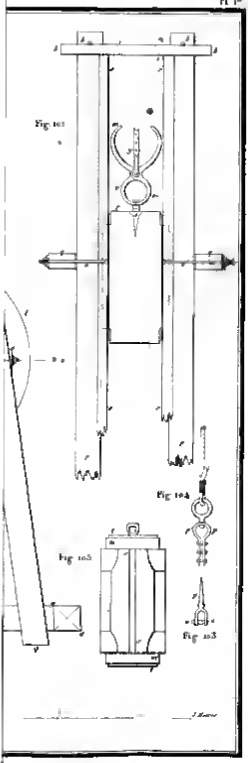


Fig 102
Fig 104
Fig 105
Fig 103

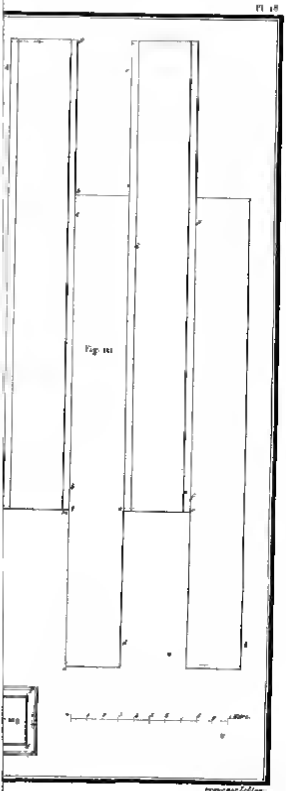


Fig. 111

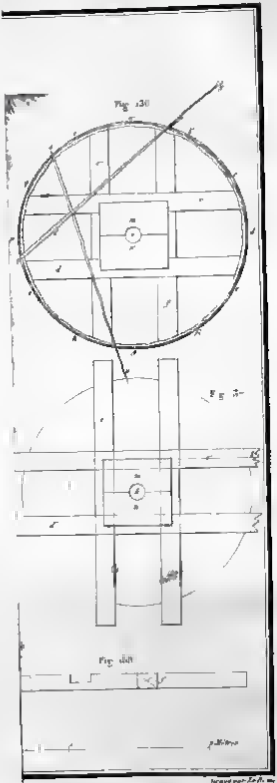
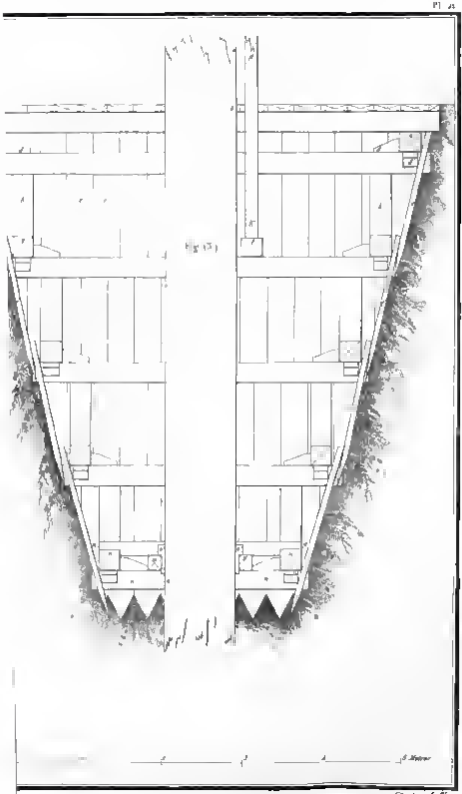


Fig. 150
Fig. 151
Fig. 152



Gravé par Le Blanc

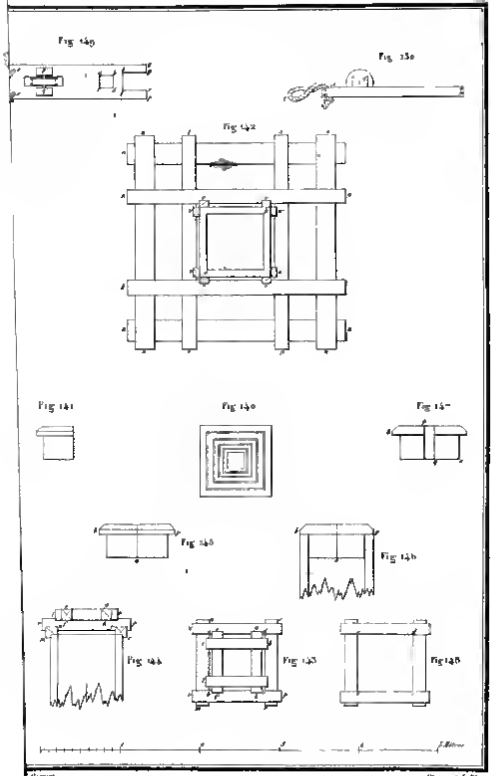
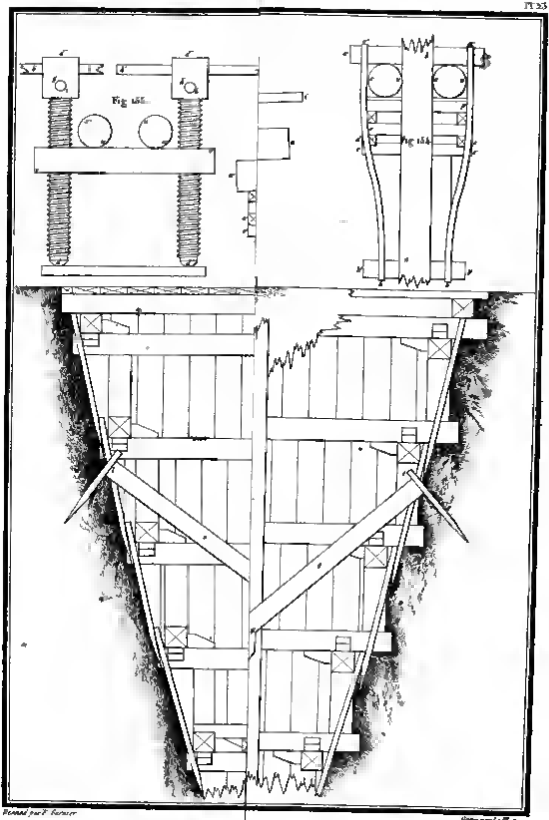
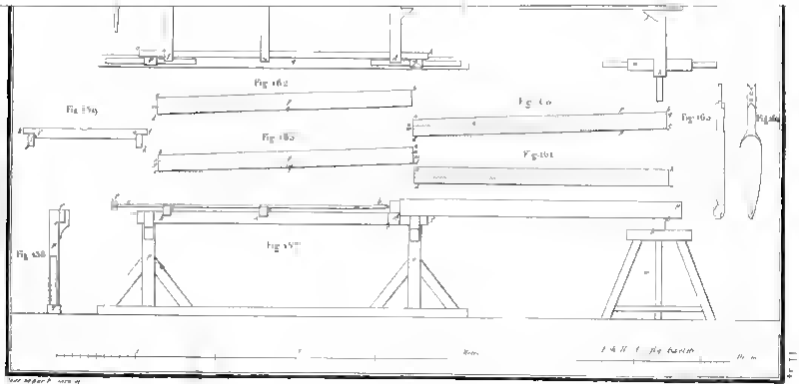


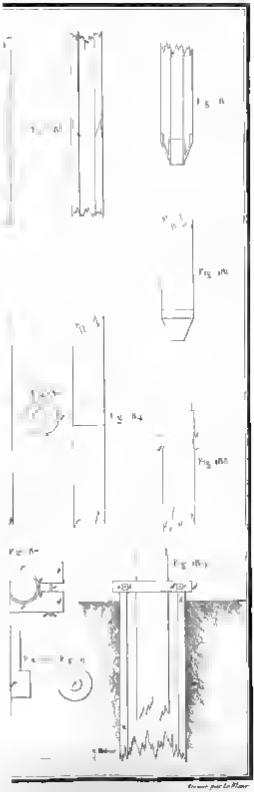
Fig 139
Fig 140
Fig 142
Fig 141
Fig 140
Fig 147
Fig 148
Fig 146
Fig 144
Fig 143
Fig 148



Dessiné par F. Sarazin

Gravé par Le Mire





00563220